

# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Projeto Águas de Minas



## Relatório

# Monitoramento das Águas Superficiais na Bacia do Rio São Francisco em 2001 Sub-Bacia do Rio Paraopeba

**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE

**ANA**  
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

**IGAM**  
INSTITUTO MINEIRO  
DE GESTÃO DAS ÁGUAS

**GOVERNO DE  
MINAS  
GERAIS**  
**MEIO AMBIENTE**  
Aqui se constrói um país.

Belo Horizonte, dezembro de 2002



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



## RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO EM 2001 SUB-BACIA DO RIO PARAÓPEBA

**Projeto: Sistema de Monitoramento da Qualidade das Águas  
Superficiais do Estado de Minas Gerais - Águas de Minas**

Belo Horizonte  
Dezembro, 2002

---

**SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE  
E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMAD**

---

**SECRETÁRIO**

Celso Castilho de Souza

---

**INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM**

---

**DIRETOR GERAL**

Willer Hudson Pós

**DIRETORIA DE CONTROLE DAS ÁGUAS**

Célia Maria Brandão Froes

**COORDENAÇÃO PROJETO ÁGUAS DE MINAS**

Zenilde das Graças Guimarães da Silva

---

**FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM**

---

**PRESIDENTE**

Willer Hudson Pós

**DIRETORIA DE QUALIDADE AMBIENTAL**

Márcia Cristina Marcelino Romanelli

**DIVISÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA E DO SOLO**

Alcione Ribeiro de Mattos

Rosângela Moreira Gurgel Machado

**DIVISÃO DE AVALIAÇÃO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

Adriano Tostes de Macedo

Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

I59q

Qualidade das águas superficiais no Estado de Minas  
em 2001/ Instituto Mineiro de Gestão das Águas. --- Belo  
Horizonte: IGAM, 2002.  
205p. : mapas

1. Qualidade da água – Minas Gerais.
2. Bacia Hidrográfica do Rio Grande. I. Título

CDU: 556.51(815.1)

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM  
Rua Santa Catarina, 1354 – Lourdes  
Fone: (31) 3337-3355 - Fax: (31) 3337-3283  
30.160-081 - Belo Horizonte - Minas Gerais  
E-mail: [diretoriageral@igam.mg.gov.br](mailto:diretoriageral@igam.mg.gov.br)  
Home Page: [www.igam.mg.gov.br](http://www.igam.mg.gov.br)

Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM  
Av. Prudente de Moraes, 1671 – Santa Lúcia  
Fone: (31) 3298-6372 - Fax: (31) 3298-6394  
30.380-000 - Belo Horizonte – Minas Gerais  
E-mail: [feam@feam.br](mailto:feam@feam.br)  
Home Page: [www.feam.br](http://www.feam.br)



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### **RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO EM 2001 SUB-BACIA DO RIO PARAÓPEBA**

**Projeto: Sistema de Monitoramento da Qualidade das Águas  
Superficiais do Estado de Minas Gerais - Águas de Minas**

---

Trabalho realizado com recursos do Governo do  
Estado de Minas Gerais / Conselho Estadual de  
Recursos Hídricos e Agência Nacional de Águas

---

Belo Horizonte  
Dezembro, 2002

## **IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS**

### **Equipe Técnica**

Ana Laura de Moura Dayrell, Bióloga  
Estephânia Cristina Foscarini Ferreira, Engenheira  
Fábio Sebastião Duarte de Melo, Químico  
João Alves da Silva Filho, Geógrafo  
Katiane Cristina de Brito Almeida, Bióloga  
Maria Beatriz Gomes e Souza Dabés, Bióloga  
Michel Jeber Hamdan, Geógrafo  
Paulo Sérgio de Souza Magalhães, Engenheiro  
Rômulo Cajueiro de Melo, Biólogo  
Zenilde das Graças Guimarães da Silva, Química

### **Estagiária**

Michele Aparecida Gomes Alves, estudante de Química

### **Apoio**

Bruno Lourenço de Oliveira, ASSPROM  
Denise Duarte Carrilho, Secretária  
Cristiane Peixoto Vieira, Engenheira  
Elisa de Castro Bruzzi Boechat, Geógrafa  
Joaquim Caetano de Aguirre Jr., Engenheiro  
Marys Lene Braga Almeida, Engenheira  
Sílvia Pires e Albuquerque, Engenheira

## **FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE**

### **Equipe Técnica**

Alcione Ribeiro de Mattos, Engenheira  
Alexandra Fátima Saraiva Soares, Engenheira  
Antônio Alves dos Reis, Engenheiro  
Flávia Lima D. T. Costa, Engenheira  
José Eduardo Nunes de Queiroz, Geógrafo  
Lilian Mara de Souza, Engenheira  
Mauro Campos Trindade, Engenheiro  
Vânia Lúcia Souza Figueiredo, Geógrafa

### **Estagiário**

Petterson Gualberto Ribeiro, estudante de Engenharia

### **Coletas e Análises Laboratoriais:**

## **CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS**

### **Presidente**

Antonio Orlando Macedo Ferreira

### **Coordenadora do Setor de Medições Ambientais**

Ciomara Rabelo de Carvalho

### **Coordenador do Projeto PSAM**

José Antonio Cardoso

### **Responsável pelo Laboratório de Ecotoxicologia**

Fábio de Castro Patrício



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## SUMÁRIO

# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



## APRESENTAÇÃO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS .</b>	<b>3</b>
<b>3 PARÂMETROS INDICATIVOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS .....</b>	<b>4</b>
<b>4 INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS .....</b>	<b>6</b>
4.1 Índice de Qualidade das Águas – IQA .....	6
4.2 Contaminação por tóxicos – CT .....	7
<b>5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>8</b>
5.1 Rede de Monitoramento .....	8
5.2 Coletas e Análises .....	10
5.3 Metodologia Analítica .....	24
5.4 Avaliação Temporal .....	27
5.5 Avaliação Espacial .....	28
5.6 Obtenção de Dados Hidrológicos .....	29
5.7 Avaliação Ambiental .....	32
5.8 Ações de Controle Ambiental .....	33
<b>6 SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001 .....</b>	<b>34</b>
<b>7 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA .....</b>	<b>53</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE 2001 .....</b>	<b>55</b>
<b>9 AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM 2001 .....</b>	<b>74</b>
<b>10 AÇÕES DE CONTROLE DECORRENTES DO MONITORAMENTO EM 2000 .....</b>	<b>82</b>
<b>11 BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>94</b>



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

**ANEXOS**

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



<b>Anexo A – Municípios com sede na sub-bacia do Rio Paraopeba .....</b>	<b>A</b>
<b>Anexo B – Outorgas superficiais e subterrâneas em 2001 .....</b>	<b>B</b>
<b>Anexo C – Descrição das estações de amostragem .....</b>	<b>C</b>
<b>Anexo D – Significado sanitário dos parâmetros de qualidade de água Selecionados .....</b>	<b>D</b>
<b>Anexo E – Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade de água em 2001 .....</b>	<b>E</b>

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação dos parâmetros analisados nas campanhas Completas.....	11
Tabela 2 – Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragem analisados nas campanhas intermediárias .....	11
Tabela 3 – Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem.....	12
Tabela 4 – Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto Águas de Minas .....	24
Tabela 5 – Pontos de monitoramento com problemas de transferência de Vazão .....	30

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução Temporal dos Dados de Qualidade: Ocorrência de Qualidade das Águas – IQA e Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais.....	34
Figura 2 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem - UPGRHs SF1 e SF4 .....	36
Figura 3 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem - UPGRH SF2 .....	36
Figura 4 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem - UPGRH SF3 .....	37
Figura 5 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10 .....	37
Figura 6 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRH SF5 .....	38



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Figura 7 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs GD1 a GD8 .....	39
Figura 8 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	39
Figura 9 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs DO1 e DO3 .....	40
Figura 10 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs PS1 e PS2 .....	41
Figura 11 - Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs JQ1, JQ2, MU1 e PA1.....	42
Figura 12 - Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais .....	43
Figura 13 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs SF1 e SF4 .....	43
Figura 14 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRH SF2.....	44
Figura 15 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRH SF3.....	44
Figura 16 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10 .....	44
Figura 17 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRH SF5.....	45
Figura 18 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs GD1 a GD8.....	45
Figura 19 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	45
Figura 20 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs DO1 a DO5.....	46



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Figura 21 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs PS1 e PS2 .....	46
Figura 22 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs JQ1 a JQ3.....	46
Figura 23 - Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPGRHs PA1 e MU1 .....	47
Figura 24 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs SF1 e SF4 .....	47
Figura 25 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRH SF2.....	48
Figura 26 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRH SF3.....	48
Figura 27 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10 .....	48
Figura 28 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRH SF5.....	49
Figura 29 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs GD1 a GD8.....	49
Figura 30 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs PN1, PN2 e PN3.....	50
Figura 31 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs DO1 a DO5 .....	50
Figura 32 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRH PS1 e PS2.....	51
Figura 33 - Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação UPGRHs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1 .....	51
Figura 34 - Frequência da ocorrência de metais acima dos limites da Legislação no Estado de Minas Gerais .....	51
Figura 35 - Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites da Legislação no Estado de Minas Gerais .....	51
Figura 36 - Mapa da Qualidade das Águas Superficiais em 2001 da sub-bacia do Rio Paraopeba .....	54



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### APRESENTAÇÃO

A água é a substância fundamental para a existência de vidas. O ser humano a utiliza de várias formas tornando-a indispensável para o desenvolvimento de suas várias atividades. São importantes os seus usos tais como, o abastecimento público e industrial, a irrigação, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática.

Entende-se como qualidade desejável aquela que garanta o não comprometimento das possibilidades dos usos das águas, segundo as necessidades locais e regionais.

O crescimento urbano e industrial que vem ocorrendo nas últimas décadas traz como conseqüência o comprometimento da qualidade das águas dos rios, lagos e reservatórios. A falta de recursos financeiros nos países em desenvolvimento tem agravado este problema, pela impossibilidade da aplicação de medidas corretivas para reverter esta situação.

O "Projeto Águas de Minas" assume um caráter preventivo, na medida em que serão diagnosticadas as modificações na qualidade das águas advindas da transformação dos ambientes. Tais diagnósticos permitirão a oportuna adoção/adequação de medidas de controle para eventuais problemas.

Com isso serão gerados subsídios importantes para a análise da tendência evolutiva, possibilitando a proposição de medidas corretivas emergenciais a eventuais processos comprometedores da qualidade ambiental, que poderão vir a restringir os usos potenciais do sistema.

Nesse contexto, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM realiza o monitoramento da qualidade das águas através de coletas e análises de águas, e interpretando estes resultados em concordância com a Deliberação Normativa 10/86 do COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental, que fixa o padrão de qualidade que deve ter a água no meio ambiente em função do uso a ela destinada.

Portanto, devemos dar maior prioridade à preservação, ao controle e à utilização racional das águas doces superficiais. Só assim estaremos praticando desenvolvimento sustentável e possibilitando aos comitês de bacias hidrográficas mineiros o uso de uma ferramenta de gestão de grande valia nas tomadas de decisões sobre o uso da água.

Willer Pós, *PhD*  
Diretor Geral do IGAM



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### 1. INTRODUÇÃO

O Projeto Águas de Minas, em execução há cinco anos, vem permitindo a identificação das tendências da situação de qualidade das águas do Estado de Minas Gerais. A operação da rede de monitoramento iniciou com a seleção de 222 pontos de amostragem, sendo contemplado atualmente com 242 estações. Em busca de melhor representatividade e em atendimento às necessidades inerentes aos programas de controle de poluição das águas, foram introduzidas análises de parâmetros ecotoxicológicos e dados de vazão a partir de 2001.

Foram realizadas análises físico-químicas, bacteriológicas e ecotoxicológicas nas amostras de água coletadas em campanhas de amostragem realizadas nas diversas estações climáticas do ano 2001. Para a rede de monitoramento são apresentadas análises estatísticas que abrangem o conjunto de resultados, obtidos ao longo dos cinco anos, dos principais indicadores de qualidade e quantidade das águas, com o propósito de apresentar uma interpretação mais detalhada. Esta avaliação permite associar a componente quantidade aos indicadores de qualidade em nível sazonal, ao longo do tempo e espacial, contribuindo dessa forma, para a divulgação das informações, de maneira a auxiliar de forma bastante significativa as ações de gestão e de tomada de decisão.

O desenvolvimento dos trabalhos possibilita ao Sistema de Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais e aos órgãos vinculados, particularmente ao IGAM e à FEAM, identificarem e implementarem estratégias de aperfeiçoamento de seus instrumentos gerenciais. Destaca-se sua importância para o acompanhamento por seus usuários do quadro geral sobre a qualidade das águas das principais bacias hidrográficas do Estado, Agenda Azul e da efetividade das ações de controle das fontes de poluição e degradação ambiental da Agenda Marrom.

A caracterização da qualidade das águas vem, ademais, estimulando a integração das ações das agendas ambientais do Estado de Minas Gerais e propiciando a adoção de unidades espaciais definidas pelas bacias hidrográficas como unidades de planejamento.

O exercício da articulação de esforços entre o IGAM e a FEAM representa um primeiro passo para a introdução de novas variáveis, tais como os aspectos de quantidade e disponibilidade dos recursos hídricos, no processo de avaliação da qualidade.

A adoção das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - UPGRH, como um dos referenciais de análise deverá, igualmente, permitir a inserção das informações geradas no âmbito do processo de decisão política e administrativa no gerenciamento integrado de recursos hídricos, proporcionando, entre outras informações, um referencial comum entre o Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH.

É importante ressaltar que o alcance dos objetivos é gradativo e a continuidade do projeto vem proporcionando a interação efetiva entre os



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



órgãos gestores e os usuários, com vistas ao alcance da gestão sustentável dos recursos hídricos.

Todavia, para a efetivação de um processo amplo de monitoramento, é necessário detalhar o conhecimento regional da qualidade das águas superficiais, proporcionado pela operação da macro-rede de monitoramento do Projeto Águas de Minas. Nesse sentido, prevê-se o estabelecimento de redes dirigidas voltadas para uma avaliação mais precisa da efetividade das medidas de controle das fontes potenciais de poluição cujos projetos já se encontram em andamento pelas Agendas Azul e Marrom. Tais redes deverão assumir configurações específicas em função dos diferentes níveis de concentração de atividades da Agenda Marrom nas bacias hidrográficas do Estado. Estas configurações permitirão, assim, um melhor conhecimento dos fatores de pressão e dos resultados ambientais das medidas de controle dos processos de licenciamento implantados.

A operação conjunta da macro-rede e das redes dirigidas permite o afinamento progressivo das estratégias gerenciais das Agendas Azul e Marrom, com maior comunicabilidade dos resultados e clareza no processo de planejamento do Estado de Minas Gerais, bem como para um acompanhamento direto da sociedade.

## 2 - Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs)

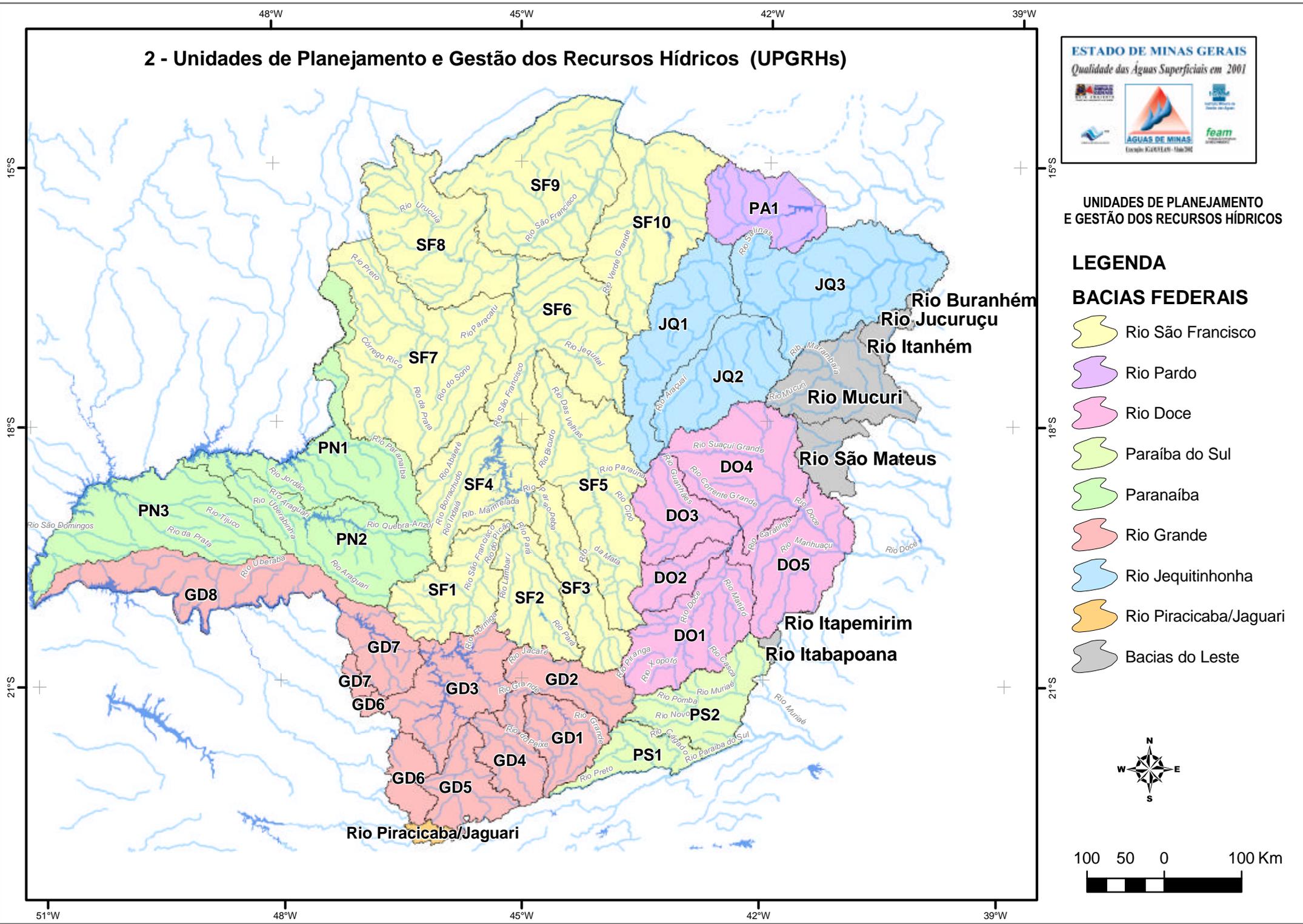


UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

### LEGENDA

#### BACIAS FEDERAIS

-  Rio São Francisco
-  Rio Pardo
-  Rio Doce
-  Paraíba do Sul
-  Paranaíba
-  Rio Grande
-  Rio Jequitinhonha
-  Rio Piracicaba/Jaguari
-  Bacias do Leste





Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### 3. PARÂMETROS INDICATIVOS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

A poluição das águas tem como origem diversas fontes, associadas ao tipo de uso e ocupação do solo, dentre as quais destacam-se:

- efluentes domésticos;
- efluentes industriais;
- carga difusa urbana e agrosilvipastoril;
- mineração;
- natural;
- acidental.

Cada uma das fontes citadas acima possuem características próprias quanto aos poluentes que carregam. Os esgotos domésticos, por exemplo, apresentam compostos orgânicos biodegradáveis, nutrientes e microrganismos patogênicos. Já para os efluentes industriais há uma maior diversificação nos contaminantes lançados nos corpos d'água, em função dos tipos de matérias-primas e processos industriais utilizados. O deflúvio superficial urbano contém, geralmente, todos os poluentes que se depositam na superfície do solo. Na ocorrência de chuvas, os materiais acumulados em valas, bueiros, etc., são arrastados pelas águas pluviais para os cursos d'água superficiais, constituindo-se numa fonte de poluição tanto maior quanto menos eficiente for a coleta de esgotos ou a limpeza pública.

A poluição agrosilvipastoril é decorrente das atividades ligadas a agricultura, silvicultura e pecuária. Quanto à atividade agrícola, seus efeitos dependem muito das práticas utilizadas em cada região e da época do ano em que se realizam as preparações do terreno para o plantio, assim como, do uso intensivo dos defensivos agrícolas. A contribuição representada pelo material proveniente da erosão de solos intensifica-se quando da ocorrência de chuvas em áreas rurais. Os agrotóxicos com alta solubilidade em água podem contaminar águas subterrâneas e superficiais através do seu transporte com o fluxo de água.

A poluição natural está associada às chuvas e escoamento superficial, salinização, decomposição de vegetais e animais mortos e a acidental é proveniente de derramamentos acidentais de materiais na linha de produção ou transporte.

De um modo geral, foram adotados parâmetros de monitoramento que permitem caracterizar a qualidade da água e o grau de contaminação dos cursos d'água do estado de Minas Gerais.

No monitoramento são analisados parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e bioensaios ecotoxicológicos de qualidade de água, levando em conta os mais representativos, os quais são relatados a seguir:

Parâmetros Físicos: temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais, sólidos dissolvidos, cor, turbidez, sólidos em suspensão, alcalinidade total, alcalinidade bicarbonato, dureza de cálcio, dureza de magnésio;



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Parâmetros Químicos: pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>), demanda química de oxigênio (DQO), série de nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito), fósforo total, surfactantes aniônicos, óleos e graxas, cianetos, fenóis, cloretos, ferro, potássio, sódio, sulfetos, magnésio, manganês, alumínio, zinco, bário, cádmio, boro, arsênio, níquel, chumbo, cobre, cromo (III), cromo (IV), selênio, mercúrio;

Parâmetros microbiológicos: coliformes fecais, coliformes totais e estreptococos totais;

Bioensaios Ecotoxicológicos: ensaios de toxicidade crônica, inseridos no projeto a partir da terceira campanha de 2001, visando aprimorar as informações referentes à toxicidade causada pelos lançamentos de substâncias tóxicas nos cursos d'água.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### 4. INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

Os indicadores da situação ambiental adotados no Projeto Águas de Minas são o Índice de Qualidade das Águas – IQA e a Contaminação por Tóxicos.

A partir dos resultados do IQA e da contaminação por tóxicos de cada estação de amostragem foi produzido o mapa “Qualidade das Águas Superficiais em 2001 no Estado de Minas Gerais”. O nível de qualidade apresentado refere-se à média aritmética anual dos valores de IQA da estação projetada no trecho de curso d’água situado a montante. A contaminação por tóxicos baseia-se no conjunto total de resultados avaliados para cada ponto de amostragem, sendo representada no próprio ponto. Esse mapa foi gerado a partir de bases cartográficas em escalas 1:100.000 e 1:50.000, digitalizadas no contexto do projeto GeoMINAS, cartas topográficas do IBGE utilizando-se o software ArcView.

#### 4.1 Índice de Qualidade das Águas - IQA

O IQA foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation, dos Estados Unidos, através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, quando cada técnico selecionou, a seu critério, os parâmetros relevantes para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles, um peso relativo na série de parâmetros especificados.

O tratamento dos dados da mencionada pesquisa definiu um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. A cada parâmetro foi atribuído um peso, conforme apresentado abaixo, de acordo com a sua importância relativa no cálculo do IQA, e traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da concentração do mesmo.

Parâmetro	Peso - $w_i$
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	0,17
Coliformes fecais (NMP/100mL)	0,15
PH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L NO <sub>3</sub> )	0,10
Fosfatos (mg/L PO <sub>4</sub> )	0,10
Variação na temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

Os resultados laboratoriais gerados são armazenados em um banco de dados em Access, que também efetua comparações entre os valores obtidos.

As metodologias para o cálculo do IQA consideram duas formulações, uma aditiva e outra multiplicativa. Neste trabalho, adota-se o IQA multiplicativo, que é calculado pela seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Sendo:

$q_i$  = qualidade do parâmetro  $i$  obtido através da curva média específica de qualidade;

$w_i$  = peso atribuído ao parâmetro.

Para o cálculo do IQA é utilizado um software desenvolvido pelo CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme especificado a seguir:

Nível de Qualidade	Faixa
<b>Excelente</b>	$90 < IQA \leq 100$
<b>Bom</b>	$70 < IQA \leq 90$
<b>Médio</b>	$50 < IQA \leq 70$
<b>Ruim</b>	$25 < IQA \leq 50$
<b>Muito Ruim</b>	$0 \leq IQA \leq 25$

Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos.

#### 4.2. Contaminação por Tóxicos - CT

A contaminação por tóxicos é avaliada considerando-se os seguintes parâmetros: amônia, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cianetos, cobre, cromo hexavalente, índice de fenóis, mercúrio, nitritos, nitratos e zinco.

Em função das concentrações observadas, a contaminação é caracterizada como Baixa, Média ou Alta. A denominação Baixa refere-se à ocorrência de concentrações iguais ou inferiores a 1,2 vezes os limites de classe de enquadramento do trecho do curso d'água onde se localiza a estação de amostragem. Os limites de classe adotados são os definidos pelo Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM na Deliberação Normativa No 10/86. A contaminação Média refere-se à faixa de concentração entre 1,2 a 2,0 vezes os limites mencionados, enquanto que a contaminação Alta refere-se às concentrações superiores ao dobro dos limites. A pior situação identificada no conjunto total de resultados, para qualquer parâmetro tóxico, define a faixa de contaminação do ano de realização das campanhas de amostragem.

Contaminação	Concentração em relação à classe de enquadramento
<b>Baixa</b>	concentração $\leq 1,2.P$
<b>Média</b>	$1,2. P < \text{concentração} \leq 2.P$
<b>Alta</b>	concentração $> 2.P$

P = Limite de classe definido na Deliberação Normativa COPAM No 10/86



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### 5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados norteiam-se pelos objetivos principais estabelecidos para os trabalhos de monitoramento da qualidade das águas, que são:

Diagnóstico - conhecer e avaliar as condições de qualidade das águas;  
Divulgação - divulgar a situação de qualidade das águas para os usuários;  
Planejamento - fornecer subsídios para o planejamento da gestão dos recursos hídricos em geral, verificar a efetividade das ações de controle ambiental implementadas e propor prioridades de atuação.

#### 5.1. REDE DE MONITORAMENTO

A rede de monitoramento consiste de 242 estações de amostragem que abrangem as oito maiores bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais cobrindo 577.015 km<sup>2</sup>, o que representa 98,3% de sua área total.

Na definição dos locais de coleta, buscou-se identificar áreas que caracterizassem as condições naturais das águas de cada bacia hidrográfica e as principais interferências antrópicas, especialmente relacionadas à ocupação urbana e às atividades industriais e minerárias, além da agropecuária e silvicultura. Além disso, foram consideradas redes de qualidade de água anteriormente operadas em Minas Gerais e dados dos processos de licenciamento ambiental da FEAM/COPAM.

A localização dos pontos de coleta, efetuada em escritório, foi validada ou remanejada em levantamentos de campo, quando foram efetuados os georeferenciamentos utilizando-se mapas e GPS (Global Position System), o registro fotográfico dos pontos e a otimização dos roteiros das campanhas de coleta.

Em função da grande área da bacia, da diversidade das condições naturais e econômicas da região e visando uma melhor descrição das diferentes características da mesma, a avaliação da bacia do rio São Francisco foi feita em cinco sub-bacias distintas, a saber:

**São Francisco Sul** - abrange a área que se estende das nascentes do rio São Francisco até a confluência com o rio Abaeté, abrangendo as UPGRHs SF1 e SF4;

**Pará** - referente à UPGRH SF2;

**Paraopeba** - referente à UPGRH SF3;

**Velhas** - referente à UPGRH SF5;

**São Francisco Norte** - que inclui além do próprio rio São Francisco a jusante do rio Abaeté, as sub-bacias dos rios Paracatu, Urucuia e Verde Grande, abrangendo as UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10.

A rede em operação (macro-rede) vem sendo adequada ao longo da execução dos trabalhos, adotando-se como referência à experiência desenvolvida pelos países membros da União Européia. Assim sendo, estabeleceu-se como meta a razão de uma estação de monitoramento por 1.000 km<sup>2</sup>, que é a densidade média adotada nos mencionados países.

Considerando-se os níveis de densidade populacional e infra-estrutura industrial, a rede em operação no Estado de Minas Gerais possui uma representatividade superior àquela empregada pela União Européia. Contudo, trata-se de uma macro-rede de monitoramento, permanecendo com abrangência regional para caracterização da qualidade de água. Nessa configuração, o número de pontos de coleta por bacia e sub-bacia contemplada, com as respectivas densidades, conforme apresentado no quadro seguinte.

**Densidade de pontos em cada bacia hidrográfica**

<b>BACIA HIDROGRÁFICA</b> Sub-Bacia	<b>Número de</b> <b>Pontos de</b> <b>Amostragem</b>	<b>Densidade</b> <b>(Pontos/1000 km<sup>2</sup>)</b>
<b>SÃO FRANCISCO</b>	<b>97</b>	0,41
São Francisco Sul	12	0,37
Pará	13	1,06
Paraopeba	18	1,49
Velhas	29	0,98
São Francisco Norte	25	0,17
<b>GRANDE</b>	<b>42</b>	0,48
Mortes	7	1,06
Verde	12	1,74
Restante da Bacia	23	0,31
<b>DOCE</b>	<b>32</b>	0,45
Piracicaba	8	1,49
Restante da Bacia	24	0,37
<b>PARANAÍBA</b>	<b>18</b>	0,25
<b>JEQUITINHONHA</b>	<b>13</b>	0,20
<b>PARAÍBA DO SUL</b>	<b>29</b>	1,38
Paraibuna	8	1,18
Restante da Bacia	21	1,48
<b>MUCURI</b>	<b>8</b>	0,55
<b>PARDO</b>	<b>3</b>	0,24
<b>TOTAL</b>	<b>242</b>	<b>0,42</b>

Observa-se, conforme destacado pelas linhas sombreadas no quadro acima, que a densidade de pontos de algumas sub-bacias é superior à adotada pela União Européia. Nessas regiões, são dominantes as pressões ambientais decorrentes de atividades industriais, minerárias e de infra-estrutura, exigindo, portanto, uma caracterização mais particularizada da qualidade das águas e, dessa forma, dando início a redes mais específicas denominadas redes dirigidas.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### 5.2. COLETAS E ANÁLISES

As amostragens e análises são contratadas junto à Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, órgão vinculado à Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, sendo realizadas a cada trimestre, com um total anual de 4 campanhas de amostragem por ponto. As amostras coletadas são do tipo simples, de superfície, tomadas preferencialmente na calha principal do curso d'água, tendo em vista que a grande maioria dos pontos de coleta localizam-se em pontes.

São definidos dois tipos de campanhas de amostragem: completas e intermediárias. As campanhas completas, realizadas em janeiro/fevereiro/março e em julho/agosto/setembro, caracterizaram respectivamente os períodos de chuva e estiagem, enquanto que as intermediárias, realizadas nos meses março/abril/maio e outubro/novembro/dezembro, caracterizam os demais períodos climáticos do ano.

Nas campanhas completas é realizada uma extensa série de análises, englobando 50 parâmetros, comuns ao conjunto de pontos de amostragem.

Nas campanhas intermediárias, são analisados 18 parâmetros genéricos em todos os locais, sendo que para as regiões onde a pressão de atividades industriais e minerárias é mais expressiva, como é o caso das sub-bacias dos rios das Velhas, Paraopeba, Pará, Verde e trechos das bacias dos rios Paraíba do Sul, Doce, Grande e São Francisco também são incluídos parâmetros característicos das fontes poluidoras que contribuem para a área de drenagem da estação de coleta.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



**Tabela 1: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas**  
**Parâmetros comuns a todos os pontos**

Alcalinidade Bicarbonato	Fosfato Total
Alcalinidade Total	Índice de Fenóis
Alumínio*	Magnésio
Amônia	Manganês
Arsênio	Mercúrio
Bário	Níquel
Boro	Nitrato
Cádmio	Nitrito
Cálcio	Nitrogênio Orgânico
Chumbo	Óleos e Graxas
Cianetos	Oxigênio Dissolvido - OD
Cloretos	pH "in loco"
Cobre	Potássio
Coliformes Fecais	Selênio
Coliformes Totais	Sódio
Condutividade Elétrica "in loco"	Sólidos Dissolvidos
Cor	Sólidos em Suspensão
Cromo(III)	Sólidos Totais
Cromo(VI)	Surfactantes Aniônicos
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	Sulfatos
Demanda Química de Oxigênio - DQO	Sulfetos
Dureza (Cálcio)	Temperatura da Água
Dureza (Magnésio)	Temperatura do Ar
Estreptococos Fecais	Turbidez
Ferro Solúvel	Zinco

\* Este parâmetro foi analisado somente nas bacias dos Rios Doce, Paraíba do Sul e Grande.

**Tabela 2: Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragem analisados nas campanhas intermediárias**  
**Parâmetros comuns a todos os pontos**

Amônia	Nitrogênio Orgânico
Cloretos	Oxigênio Dissolvido
Coliformes Fecais	pH "in loco"
Condutividade Elétrica "in loco"	Sólidos Dissolvidos
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Sólidos em Suspensão
Demanda Química de Oxigênio	Sólidos Totais
Fosfato Total	Temperatura da Água
Nitrato	Temperatura do Ar
Nitrito	Turbidez

**Tabela 3: Relação dos parâmetros específicos analisados nas campanhas intermediárias por estação de amostragem**

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
<b>Bacia do Rio São Francisco</b>	
<b>UPGRHs SF1 e SF4: Rio São Francisco</b>	
SF001	Cromo(III), Índice de fenóis
SF003	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF002	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF004	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF005	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF006	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF007	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF009	Cádmio, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Surfactantes aniônicos
SF011	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
SF013	Cádmio, Cianeto, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF015	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF017	Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
<b>UPGRH SF2: Rio Pará</b>	
PA001	Chumbo, Cor, Cromo(III), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Surfactantes aniônicos
PA002	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA003	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA005	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco

**Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias**

(continuação)

<b>Parâmetros específicos</b>	
<b>Estação</b>	<b>Parâmetros</b>
<b>Bacia do Rio São Francisco</b>	
<b>UPGRH SF2: Rio Pará</b>	
PA004	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA007	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA009	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Cromo(III), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA010	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA011	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA013	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA015	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA017	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PA019	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
<b>UPGRH SF3: Rio Paraopeba</b>	
BP079	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP084	Bário, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Selênio, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP080	Bário, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Selênio, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP026	Cádmio, Chumbo, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP027	Bário, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Selênio, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP029	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP036	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP068	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês

**Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias**

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
<b>Bacia do Rio São Francisco</b>	
<b>UPGRH SF3: Paraopeba</b>	
BP086	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP070	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BP088	Cádmio, Cianeto, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP071	Cianeto, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP072	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos, Sulfetos, Zinco
BP090	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Surfactantes aniônicos
BP082	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Surfactantes aniônicos
BP076	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
BP083	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
BP078	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
<b>UPGRH SF5: Rio das Velhas</b>	
BV013	Chumbo, Ferro solúvel, Manganês, Sulfetos
BV035	Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cor, Cromo(III), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
BV037	Arsênio, Cádmio, Cianeto, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
BV139	Arsênio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
BV062	Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco.
BV063	Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Zinco
BV067	Arsênio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos
BV076	Boro, Ferro, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
BV155	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco

**Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias**

(continuação)

<b>Parâmetros específicos</b>	
<b>Estação</b>	<b>Parâmetros</b>
<b>Bacia do Rio São Francisco</b>	
<b>UPGRH SF5: Rio das Velhas</b>	
BV083	Cádmio, Chumbo, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV154	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Manganês, Níquel, Surfactantes aniônicos
BV105	Chumbo, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV160	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV130	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV153	Arsênio, Chumbo, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV135	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV137	Arsênio, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BV156	Arsênio, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos
BV140	Chumbo, Índice de fenóis, Manganês
BV141	Arsênio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel
BV161	Arsênio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel
BV142	Arsênio, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BV162	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BV143	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BV152	Arsênio, Ferro, Índice de fenóis, Manganês
BV146	Arsênio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV147	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis
BV148	Arsênio, Chumbo, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BV149	Arsênio, Chumbo, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
<b>UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9, SF10: Rio São Francisco Norte</b>	
SF019	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF021	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco

**Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias**

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
<b>Bacia do Rio São Francisco</b>	
<b>UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9, SF10: Rio São Francisco</b>	
SF023	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF025	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF027	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF029	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Cromo(III), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF031	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cor, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
SF033	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
PT003	Cádmio, Cianeto, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis
PT001	Chumbo, Cianeto, Índice de fenóis, Manganês
PT005	Cádmio, Índice de fenóis
PT007	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
PT009	Cádmio, Cor, Índice de fenóis, Manganês
PT011	Cádmio, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
PT013	Cádmio, Chumbo, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês
UR001	Cádmio, Índice de fenóis, Manganês
UR007	Cádmio, Cor, Cromo(VI), Índice de fenóis
UR009	Cádmio, Chumbo, Cobre, Índice de fenóis, Níquel
VG001	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
VG003	Cádmio, Cor, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
VG004	Cádmio, Índice de fenóis, Manganês
VG005	Cádmio, Índice de fenóis, Manganês
VG007	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
VG009	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
VG011	Cádmio, Índice de fenóis, Zinco

**Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias**

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
<b>Bacia do Rio Grande</b>	
<b>UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8</b>	
BG001	Cádmio, Chumbo, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio
BG003	Cádmio, Ferro solúvel, Índice de fenóis
BG005	Cádmio, Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis
BG007	Cádmio, Chumbo, Índice de fenóis, Níquel
BG009	Cádmio, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis
BG011	Chumbo, Ferro solúvel, Índice de fenóis
BG012	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG010	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG014	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG013	Ferro solúvel, Manganês
BG015	Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Manganês, Níquel
BG017	Chumbo, Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BG019	Cádmio, Índice de fenóis, Mercúrio, Manganês
BG021	Cádmio, Chumbo, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
BG023	Chumbo, Cobre, Cor, Cromo(III), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Zinco
BG025	Cobre, Índice de fenóis
BG027	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG028	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG029	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG030	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
BG031	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Índice de fenóis, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco, Ferro solúvel, Manganês, Mercúrio, Níquel
BG032	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco

**Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias**

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
<b>Bacia do Rio Grande</b>	
<b>UPGRHs GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8</b>	
BG034	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG033	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Índice de fenóis, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco, Ferro solúvel, Manganês
BG035	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG036	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG037	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG039	Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
BG041	Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
BG043	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Zinco
BG044	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Mercúrio
BG045	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
BG047	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
BG049	Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
BG051	Cobre, Índice de fenóis
BG053	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Zinco
BG055	Cobre, Ferro solúvel, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
BG057	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Zinco
BG058	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BG059	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Sulfetos, Zinco
BG061	Cádmio, Chumbo, Cobre, Índice de fenóis
BG063	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Surfactantes aniônicos

**Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias**

(continuação)

<b>Parâmetros específicos</b>	
<b>Estação</b>	<b>Parâmetros</b>
<b>Bacia do Rio Paranaíba</b>	
<b>UPGRHs PN1, PN2, PN3</b>	
PB001	Cádmio, Cianeto, Cobre, Índice de fenóis
PB003	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
PB005	Cádmio, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês
PB007	Chumbo, Cobre, Índice de fenóis, Manganês
PB009	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
PB011	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel, Manganês
PB013	Cádmio, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis
PB015	Cádmio, Cobre, Ferro solúvel
PB017	Cádmio, Cobre, Índice de fenóis, Manganês
PB019	Cádmio, Chumbo, Cobre, Índice de fenóis, Manganês
PB021	Cádmio, Chumbo, Cobre, Índice de fenóis, Manganês
PB022	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês.
PB023	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis
PB025	Cádmio, Cianeto, Cobre, Índice de fenóis
PB027	Cádmio, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Zinco
PB029	Cádmio, Chumbo, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
PB031	Cádmio, Cobre, Índice de fenóis
PB033	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel

**Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias**

(continuação)

<b>Parâmetros específicos</b>	
<b>Estação</b>	<b>Parâmetros</b>
<b>Bacia do Rio Doce</b>	
<b>UPGRHs DO1, DO2, DO3, DO4, DO5</b>	
RD001	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
RD004	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis
RD007	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
RD013	Cobre, Índice de fenóis
RD009	Cobre
RD019	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
RD018	Cobre, Índice de fenóis, Manganês
RD021	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis
RD023	Chumbo, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Sulfetos
RD025	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
RD026	Chumbo, Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Manganês, Sulfetos, Surfactantes aniônicos
RD027	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
RD029	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
RD030	Cobre, Níquel
RD032	Cobre, Ferro solúvel, Manganês
RD031	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
RD034	Cobre
RD035	Cobre
RD033	Cobre, Índice de fenóis, Manganês
RD039	Cobre, Índice de fenóis, Manganês
RD040	Cobre
RD044	Cobre
RD045	Cobre, Ferro solúvel, Manganês, Sulfetos
RD049	Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD053	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Manganês, Sulfetos
RD056	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD057	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD058	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD059	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD064	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos
RD065	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Sulfetos
RD067	Cianeto, Cobre, Ferro solúvel, Sulfetos

**Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias**

(continuação)

<b>Parâmetros específicos</b>	
<b>Estação</b>	<b>Parâmetros</b>
<b>Bacia do Paraíba do Sul</b>	
<b>UPGRHs PS1, PS2</b>	
BS060	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS002	Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio
BS006	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS083	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS017	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS083	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS018	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS085	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS061	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Selênio
BS024	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS028	Cobre, Cor, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis
BS029	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS031	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Óleos e Graxas, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS032	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS075	Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS033	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS077	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



**Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias**

(continuação)

Parâmetros específicos	
Estação	Parâmetros
<b>Bacia do Rio Paraíba do Sul</b>	
<b>UPGRHs PS1, PS2</b>	
BS071	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Zinco
BS042	Chumbo, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos
BS043	Chumbo, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Sulfetos, Surfactantes aniônicos
BS073	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Selênio
BS046	Chumbo, Cianeto, Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Surfactantes aniônicos
BS049	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS050	Alumínio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Níquel, Surfactantes aniônicos
BS054	Alumínio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Níquel, Surfactantes aniônicos
BS059	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Surfactantes aniônicos
BS081	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS058	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cobre, Cromo(III), Cromo(VI), Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Selênio, Sulfetos, Surfactantes aniônicos, Zinco
BS057	Ferro solúvel, Índice de fenóis, Surfactantes aniônicos
BS056	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Surfactantes aniônicos

**Tabela 3: Relação dos parâmetros analisados nas campanhas intermediárias**

(continuação)

<b>Parâmetros específicos</b>	
<b>Estação</b>	<b>Parâmetros</b>
<b>Bacia do Rio Jequitinhonha</b>	
<b>UPGRHs JQ1, JQ2, JQ3</b>	
JE001	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
JE003	Cobre, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
JE005	Cádmio, Cobre, Cor, Manganês, Zinco
JE007	Cádmio, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel, Zinco
JE009	Cobre, Cor, Ferro solúvel, Manganês, Níquel
JE011	Cádmio, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
JE013	Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
JE015	Cobre, Cor, Ferro solúvel, Manganês, Níquel
JE017	Cádmio, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Manganês, Níquel
JE019	Cádmio, Cobre, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Níquel
JE021	Cádmio, Cobre, Cor, Índice de fenóis, Manganês, Níquel, Zinco
JE023	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
JE025	Cádmio, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel
<b>Bacia do Rio Mucuri</b>	
<b>UPGRHs MU1</b>	
MU001	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
MU003	Cádmio, Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio, Níquel
MU005	Cianeto, Cor, Índice de fenóis, Manganês
MU006	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
MU007	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês, Mercúrio
MU009	Chumbo, Cor, Ferro solúvel, Manganês
MU011	Cor, Índice de fenóis, Manganês, Sólidos dissolvidos totais
MU013	Cor, Ferro solúvel, Índice de fenóis, Manganês
<b>Bacia do Rio Pardo</b>	
<b>UPGRHs PA1</b>	
PD001	Chumbo, Cobre, Ferro solúvel
PD003	Cor, Ferro solúvel
PD005	Ferro solúvel, Índice de fenóis

### 5.3. METODOLOGIA ANALÍTICA

Na Tabela 4 são apresentadas as metodologias das variáveis avaliadas no monitoramento do Projeto “Águas de Minas”.

**Tabela 4 :Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto Águas de Minas**

Ensaio	Tipo de ensaio	Referência Normativa
Alcalinidade bicarbonato	titulação potenciométrica	APHA 2320 B
Alcalinidade total	titulação potenciométrica	APHA 2320 B
Alumínio total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 D
Arsênio total	espectrometria de AA - gerador de hidretos	APHA 3114 B
Bário total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 D
Boro total	espectrometria de AA - plasma	APHA 3120 B
Cádmio total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Cálcio total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 D
Chumbo total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Cianeto total	potenciométrico - ion seletivo	APHA 4500-CN- F
Cloreto	colorimétrico/tiocianato mercúrico	USGS-I-1187 78
Cobre total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Coliformes fecais	tubos múltiplos	APHA 9221 E
Coliformes totais	tubos múltiplos	APHA 9221 B
Condutividade elétrica	condutivímetro	APHA 2510 B
Cor real	centrifugação/comparação/colorimétrica	APHA 2120 B
Cromo hexavalente	colorimétrico difenilcarbazida	APHA 3500-Cr D
Cromo total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
DBO	Winkler/incubação	ABNT NBR 12614
DQO	refluxo fechado/titulação	ABNT NBR 10357

**Tabela 4 :Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto Águas de Minas**

(continuação)

Ensaio	Tipo de ensaio	Referência Normativa
Dureza de cálcio	titulação EDTA	APHA 3500-Ca D
Dureza de magnésio	diferença	APHA 3500-Mg E
Estreptococos	Tubos múltiplos	APHA 9230 B
Ferro bivalente	colorimétrico/1-10 fenantrolina	APHA 3500-Fe D
Ferro total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
Fósforo	separação/ascórbico/molibdato	APHA 4500-P E
Índice de fenóis	clorofórmio/aminoantipirina	ABNT NBR 10740
Magnésio total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
Manganês total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
Mercurio total	espectrometria de AA - vapor frio	APHA 3112 B
Níquel total	espectrometria de AA - forno de grafite	APHA 3113 B
Nitrogênio amoniacal	destilação/nesslerização	ABNT NBR 10560
Nitrogênio nítrico	redução cádmio/colorimétrico	APHA 4500 NO3- E
Nitrogênio nitroso	sulfanilamida/ N-1naftil etileno diamina	ABNT NBR 12619
Nitrogênio orgânico	digestão/colorimétrico	APHA 4500-Norg B
Óleos e graxas	partição gravimétrica	APHA 5520 B
Oxigênio dissolvido	Winkler modificado	ABNT NBR 10559
pH	potenciometria	ABNT NBR 9251
Potássio total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
Selênio total	espectrometria de AA – gerador de hidretos	APHA 3114 B
Sódio total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B
Sólidos dissolvidos	filtração/evaporação/gravimétrico	ABNT NBR 10664



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



**Tabela 4 :Relação dos métodos de ensaios utilizados no Projeto Águas de Minas**

(continuação)

Ensaio	Tipo de ensaio	Referência Normativa
Sólidos em suspensão	filtração/secagem/gravimétrico	ABNT NBR 10664
Sólidos totais	evaporação/gravimétrico	ABNT NBR 10664
Sulfatos	turbidimétrico	APHA 4500-SO42- E
Sulfetos	arraste/iodométrico	APHA 4500-S2-
Surfactantes aniônicos	colorimétrico/azul de metileno	ABNT NBR 10738
Temperatura da água / ar	termômetro a álcool	APHA 2550 B
Toxicidade aguda	Água – ensaio com Daphnia similis	ABNT NBR 12713
Toxicidade crônica	Água – ensaio com Ceriodaphnia dubia	ABNT NBR 13373
Turbidez	turbidimétrico	APHA 2130 B
Zinco total	espectrometria de AA - chama	APHA 3111 B



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### 5.4. AVALIAÇÃO TEMPORAL

Um importante aspecto na avaliação da qualidade da água em um corpo hídrico é acompanhar a sua tendência de evolução no tempo possibilitando, dessa forma a identificação de medidas preventivas bem como a eficiência de algumas medidas adotadas.

O acompanhamento da evolução temporal da qualidade das águas pode ser traduzido dentro de rigorosas hipóteses estatísticas. Entretanto, o período de monitoramento relativamente curto das águas do estado dificulta, no momento, a aplicação de modelos auto-regressivos que utilizam testes de hipótese para indicar uma tendência na evolução do índice de qualidade das águas utilizado.

A análise por ora empreendida, resume-se a uma avaliação visual de gráficos que tratam da evolução do IQA desde 1997 até 2001, tentando descrever a evolução da qualidade das águas nos diferentes corpos d'água do estado de Minas Gerais sem contudo, saber se o aumento ou diminuição do Índice de Qualidade das Águas em uma determinada bacia é estatisticamente significativa ou se tal diferença não é devida simplesmente a variações amostrais.

Além disso, selecionou-se alguns dos cinquenta parâmetros monitorados periodicamente, conforme a sua representatividade na bacia hidrográfica em análise para relacioná-los com a vazão média gerada no curso d'água nos dias das coletas.

Alguns parâmetros foram observados ao longo dos anos e comparados com os limites de classe de enquadramento do curso d'água em análise conforme a Deliberação Normativa COPAM No 10/86. Outros foram ajustados através do cálculo da Média Móvel dos meses anteriores, o que possibilitou a minimização dos efeitos das variações de curto período, dando prioridade ao comportamento mais geral da série observada.

Considerando que o regime hidrológico desempenha uma importante função na qualidade das águas de um corpo d'água, contemplou-se, a partir desse relatório, valores de vazões médias geradas nos pontos de monitoramento de qualidade, buscando dessa forma, entender o comportamento atípico de alguns parâmetros do monitoramento.

Em gráficos de IQA x Vazão, são apresentados os valores do Índice de Qualidade das Águas no ano 2001 nas quatro campanhas de amostragem, bem como os valores médio, mínimo e máximo ocorridos desde o início do monitoramento de cada estação de amostragem e a vazão nos dias de coletas em 2001. Gráficos com as vazões médias mensais e a variação do IQA ao longo dos anos também são apresentados.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### 5.5. AVALIAÇÃO ESPACIAL

Considerando que a qualidade das águas varia em função de uma enormidade de fatores tais como: uso e ocupação do solo da bacia de drenagem, existência de indústrias com lançamento de efluentes diversificados, verifica-se a importância da análise do perfil espacial para se identificar os trechos mais críticos.

Alguns parâmetros foram selecionados para uma avaliação de comportamento ao longo do curso d'água monitorado, entretanto a análise efetuada até o momento se refere a uma avaliação qualitativa do comportamento espacial desses parâmetros sendo descritas as alterações observadas ao longo do rio ou bacia hidrográfica. Cabe ressaltar que deverá ser acrescentado, como objeto futuro desse relatório, uma introdução de representações gráficas para visualização da assimetria da distribuição, da faixa de variação de dados e da detecção de possíveis pontos extremos.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### 5.6. OBTENÇÃO DOS DADOS HIDROLÓGICOS

Para uma correlação adequada dos dados quali-quantitativos de um corpo d'água, medições simultâneas deveriam ser realizadas nos pontos de amostragem. Entretanto, a medição da quantidade de água que escoar em uma seção em um intervalo qualquer de tempo é bastante complexa, dificultando a introdução desse procedimento em conjunto com a amostragem da qualidade. Soma-se a isso, a diferença de objetivos e momento quando da criação da rede de monitoramento de qualidade cujo objetivo principal dessa é a identificação de fontes de poluição.

A obtenção dos dados de vazão nos pontos de monitoramento de qualidade foi feita da seguinte forma: nos locais cuja localização coincide com a de postos fluviométricos, as vazões observadas foram utilizadas diretamente; não ocorrendo coincidência, as vazões foram obtidas a partir de transferência de informações fluviométricas para os locais sem observação.

Esse processo de transferência de informação conhecido como regionalização hidrológica consiste em interpolar linearmente entre duas estações, uma a montante e outra a jusante, proporcionalmente às respectivas áreas de drenagem.

Estações localizadas em afluentes foram consideradas para o cálculo da vazão específica - vazão proporcionalmente à respectiva área de drenagem.

Dessa forma, utilizou-se esse processo de regionalização para obtenção de vazões em locais de monitoramento. A equação de transferência ou simplesmente o fator multiplicador no caso de existir apenas uma estação a montante ou a jusante estão apresentados na tabela seguinte, em conjunto com os códigos das estações, área de drenagem e curso d'água onde as coletas são realizadas.

Em função das características de propagação das vazões de um curso d'água, esse método de regionalização, em geral, não deveria ser aplicado para vazões diárias, sendo usado normalmente para a transferência de vazões médias mensais. Entretanto, em locais onde as estações fluviométricas e de monitoramento estão muito próximas pode-se aceitar essa transferência, obtendo-se a vazão média diária no ponto de monitoramento. Contudo, deve ser considerado que esse dado não deve ser usado para nenhum tipo de projeto ou dimensionamento de obras hidráulicas.

Para obtenção dos dados de vazão média diária e mensal foram selecionadas todas as estações existentes do estado de Minas Gerais operadas por diversas entidades. Entretanto, considerando a necessidade de disponibilização contínua desses dados de medição optou-se, a princípio, pela adoção da rede de monitoramento operada pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL em conjunto com a Agência Nacional de Águas - ANA.

A incorporação de dados quantitativos aos parâmetros de qualidade consistiu basicamente de um levantamento das áreas de drenagem dos 242 pontos de monitoramento no estado, escolha das estações fluviométricas que poderiam ser utilizadas para transferência, obtenção da relação cota X vazão e dados de medição diária de cota. A consistência dos dados, quase sempre realizada pelo órgão operador da rede, foi reavaliada a partir da introdução de dados brutos das últimas campanhas de medição e os dados fluviométricos foram gerados nos pontos de observação e transferidos para os locais de monitoramento qualitativo.

As análises que relacionam a vazão diária do curso d'água em cada um dos pontos monitorados com os parâmetros qualitativos serão avaliadas considerando a qualidade dos dados de vazão obtida para o ponto tendo em vista as incertezas na transferência de vazões diárias principalmente no período chuvoso.

Para alguns locais de monitoramento de parâmetros qualitativos não foi possível a obtenção de vazões já que não existia estação fluviométrica em operação no mesmo curso d'água ou em rios que a princípio tivessem as mesmas características – área de drenagem, bacia de contribuição, tipo de cobertura, uso do solo, grau de urbanização. Em outros locais, apesar dos dados de vazão terem sido gerados, cabe ressaltar a baixa confiabilidade dos dados diários principalmente devido as grandes diferenças nas áreas de drenagem e portanto nos tempos de viagem dessa vazão. A tabela seguinte apresenta os pontos onde os dados fluviométricos não foram gerados ou ainda, locais onde a pouca confiabilidade pode comprometer as análises e sugere que para acompanhamentos futuros, sejam instalados pontos de monitoramento de vazão nesses locais.

**Tabela 5: Pontos de monitoramento com problemas de transferência de vazão**

Curso d'água	Estação de qualidade	Observações
Ribeirão Sucuriú	SF009	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Indaiá	SF011	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio São Francisco	SF015	estação em reservatório
Rio Betim	BP071	ausência de estação fluviométrica
Ribeirão dos Macacos	BP076	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Sarzedo	BP086	ausência de estação fluviométrica
Rio Betim	BP088	estação a jusante de reservatório
Ribeirão Grande	BP090	pouca confiabilidade no dado gerado
Verde Grande	VG007	baixa qualidade dos dados medidos
Verde Grande	VG009	ausência de estação fluviométrica
Verde Grande	VG011	baixa qualidade dos dados medidos
Rio Itabira	BV035	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Água Suja	BV062	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Sabará	BV076	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Jequitibá	BV140	ausência de estação fluviométrica
Ribeirão do Onça	BV154	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Arrudas	BV155	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão das Neves	BV160	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Cipó	BV162	pouca confiabilidade no dado gerado

**Tabela 5: Pontos de monitoramento com problemas de transferência de vazão**

(continuação)

Curso d'água	Estação de qualidade	Observações
Rio Pará	PA001	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Paiol	PA002	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Paciência	PA010	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão das Almas	UR009	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Paraibuna	BS032	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Novo	BS046	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão Meia Pataca	BS049	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Xopotó	BS071	pouca confiabilidade no dado gerado
Ribeirão das Posses	BS073	ausência de estação fluviométrica
Rio Paraíba do Sul	BS075	ausência de estação fluviométrica
Rio Santa Bárbara	RD027	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Grande	BG007	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Formiga	BG023	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Grande	BG051	estação a jusante de reservatório
Ribeirão da Bocaina	BG053	pouca confiabilidade no dado gerado
Córrego da Gameleira	BG057	pouca confiabilidade no dado gerado
Rio Grande	BG061	estação a jusante de reservatório
Rio Paranaíba	PB007	estação a jusante de reservatório
Rio Araguari	PB019	ausência de estação fluviométrica
Rio Araguari	PB021	ausência de estação fluviométrica
Rio Paranaíba	PB025	estação a jusante de reservatório
Rio Paranaíba	PB031	estação a jusante de reservatório

Os pontos de monitoramento de qualidade da água em reservatórios não foram, nesse relatório, objeto de correlação com o volume armazenado ou com outros parâmetros tais como o tempo de residência, etc. Esse assunto deverá ser abordado nos próximos relatórios buscando-se ampliar a rede de monitoramento com o trabalho de medição desenvolvido pelos operadores desses reservatórios.

Nas tabelas de resultados de cada bacia hidrográfica analisada são apresentados para cada ponto de amostragem da rede de monitoramento do projeto Águas de Minas, as vazões médias diárias correspondentes ao dia da amostragem.

A inclusão dos aspectos quantitativos do recurso hídrico a esse relatório permite interpretar, com maior profundidade, as alterações presentes em cada parâmetro que se correlaciona com a disponibilidade, uma vez que variações temporais dos parâmetros qualitativos podem ser consequência tanto da efetiva alteração do aporte de poluentes, como de variações de concentração decorrente de alteração na vazão.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### 5.7. AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Na quantificação dos empreendimentos potencialmente poluidores foram selecionados, a partir da Deliberação COPAM 01/90, as atividades com grande potencial poluidor para a variável ambiental água, quais sejam: metalúrgica, papel e papelão, couros e peles, química, produtos farmacêuticos e veterinários, têxtil, produtos alimentares e bebidas.

A avaliação conjunta dessas informações deu subsídio à elaboração de quadros-resumo que especificam, por bacia e sub-bacia estudada, as principais características físicas e antrópicas que exercem pressões sobre a qualidade das águas.

Esse mesmo processo interativo norteou a definição das ações prioritárias recomendadas neste relatório, que se inscrevem no contexto das orientações da Política Estadual de Controle da Poluição Ambiental. As recomendações apresentadas foram sintetizadas a partir do tríplice referencial estabelecido pelo sistema Pressão – Estado – Resposta, desenvolvido pelo Departamento de Meio Ambiente da Organização de Coordenação e Desenvolvimento Econômico - OCDE. Esse sistema baseia-se nos seguintes princípios de causalidade:

- As atividades humanas exercem pressões sobre o meio ambiente, alterando o estado dos recursos naturais em qualidade e disponibilidade;
- A sociedade apresenta respostas a essas mudanças através de políticas setoriais, econômicas e ambientais.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### **5.8. AÇÕES DE CONTROLE AMBIENTAL**

Em decorrência da definição das ações prioritárias recomendadas no relatório da qualidade das águas do ano 2000, que foi publicado em outubro de 2001, buscou-se informações no âmbito FEAM/COPAM sobre as ações efetuadas para o controle ambiental a partir da divulgação do relatório.

As ações de controle ambiental efetivadas no período 2001/2002 estão apresentadas em um quadro-resumo conforme as Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – UPGRH e os municípios diretamente envolvidos com as respectivas atividades antrópicas.

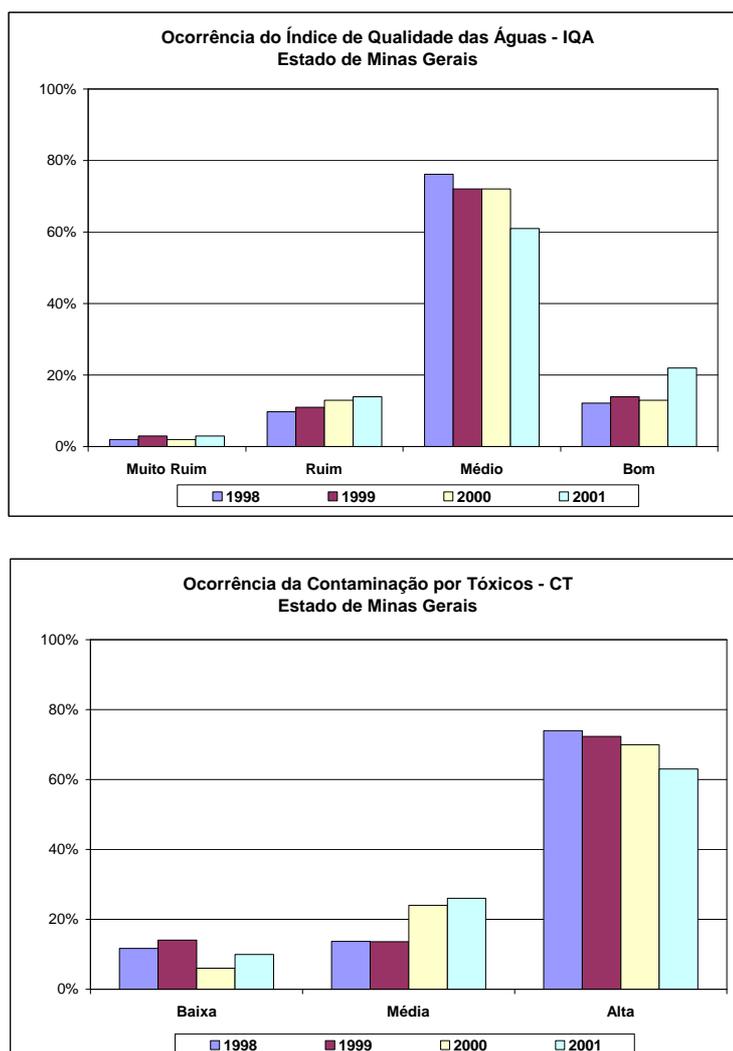
Deve-se observar que as ações de controle apresentadas não são apenas decorrentes do monitoramento da qualidade das águas, como também de ações de melhoria da qualidade ambiental de um modo geral.

É objetivo do projeto Águas de Minas a ampliação da divulgação das ações de controle recomendadas às diversas instituições que trabalham no âmbito do gerenciamento ambiental e de recursos hídricos, fortalecendo o sistema de tomada de decisões para a melhoria da qualidade das águas e conseqüentemente a qualidade ambiental, em todo estado de Minas Gerais.

### 6. SITUAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001

Os resultados das análises laboratoriais realizadas em 2001 permitiram a obtenção dos indicadores da situação ambiental, Índice de Qualidade de Águas - IQA e Contaminação por Tóxicos. A situação geral no estado com relação a esses indicadores pode ser observada na Figura 1.

**Figura 1:** Evolução Temporal dos Dados de Qualidade: Ocorrência de Qualidade das Águas – IQA e Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais.



Conforme a Figura 1, pode-se observar que os cursos d'água do estado de Minas Gerais se mantêm preponderantemente com valores de IQA médio. A análise comparativa da distribuição dos valores médios anuais de IQA demonstra que não houve uma variação significativa das condições de qualidade das águas ao longo desses quatro anos. Com relação ao ano 2001, observa-se um aumento na ocorrência do Índice de Qualidade das Águas bom, estando este situado, em torno de 22% das ocorrências totais. As faixas de qualidade muito ruim e ruim foram observadas em cerca de 3 e 13%, respectivamente, dos pontos monitorados em todo o estado.

As Figuras 2 a 11 apresentam os índices de qualidade das águas, dos anos 2000 e 2001, em cada estação de amostragem das bacias hidrográficas. A ocorrência de médias anuais de IQA no intervalo considerado muito ruim foi percebida principalmente nas bacias do Rio Paraíba do Sul e do Rio São Francisco. Na bacia do Rio Paraíba do Sul são críticas as condições do Rio Xopotó (BS077) e Ribeirão Ubá (BS071), ambos nas proximidades de Ubá, e do Rio Paraíba a jusante da cidade de Juiz de Fora (BS017). Na bacia do Rio São Francisco são preocupantes os estados de degradação do Rio das Velhas a jusante do Ribeirão da Mata (BV153), Ribeirão do Onça (BV154) e Ribeirão Arrudas próximo de sua foz no Rio das Velhas (BV155). A situação da qualidade das águas do Rio Betim, sub-bacia do Rio Paraopeba, permanece com estado de degradação preocupante, apresentando índice de qualidade muito ruim no trecho próximo de sua foz no Rio Paraopeba (BP071). Além disso, observou-se um certo grau de comprometimento no trecho a jusante do Reservatório de Vargem das Flores (BP088), que passou a apresentar índice de qualidade médio.

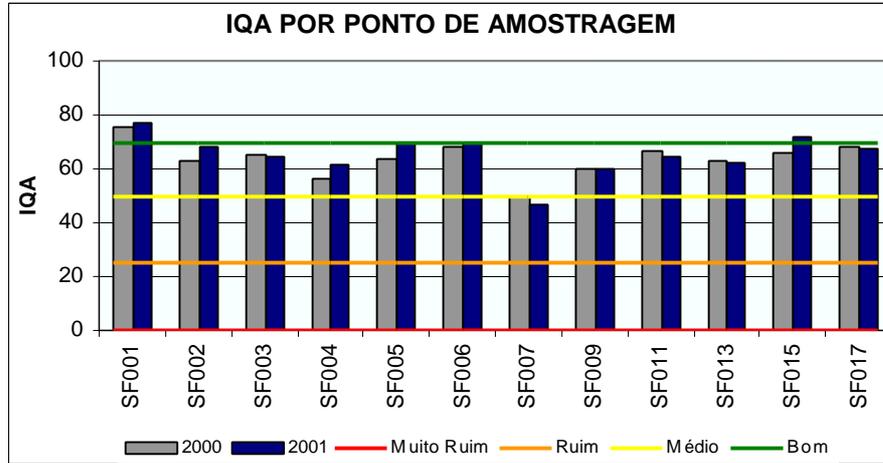
Observou-se a predominância do índice de qualidade médio anual no estado de Minas Gerais. O índice de qualidade bom pode ser observado nas bacias do Rio Paranaíba e no Rio São Francisco. Podem ser citados também trechos da bacia do Rio Grande, dentre eles, o Rio Grande a jusante dos Reservatórios de Itutinga (BG007) e de Furnas (BG051) e a montante da foz do Rio Pardo (BG061), o Rio Verde, a montante da cidade de Itanhandu (BG025) e o Rio Uberaba a montante da cidade de Uberaba (BG058), como outras regiões onde foram encontradas boas condições para a qualidade de água.

Todavia, se considerados os valores correspondentes a cada uma das quatro campanhas de amostragem realizadas ao longo do ano, verificou-se que em muitas das estações ocorreram valores extremos, com índice de qualidade bom na estiagem e ruim, ou mesmo muito ruim, no período chuvoso. A elevada variabilidade do comportamento dos valores de IQA está associada, na maioria dos casos, à grande variação nas concentrações de materiais em suspensão.

De um modo geral, foi constatada uma melhoria em relação ao índice de qualidade das águas, sobretudo nas bacias do Rio Grande, Paranaíba, Jequitinhonha e Mucuri, onde o IQA bom foi registrado com maior frequência em 2001. Quando se compara a incidência de IQA ruim e muito ruim na bacia do Rio São Francisco nos anos 2000 e 2001, observa-se uma redução na qualidade das águas na sub-bacia do Rio das Velhas. Este comportamento é atribuído principalmente a alteração do índice de qualidade ruim para muito ruim em alguns pontos de amostragem.

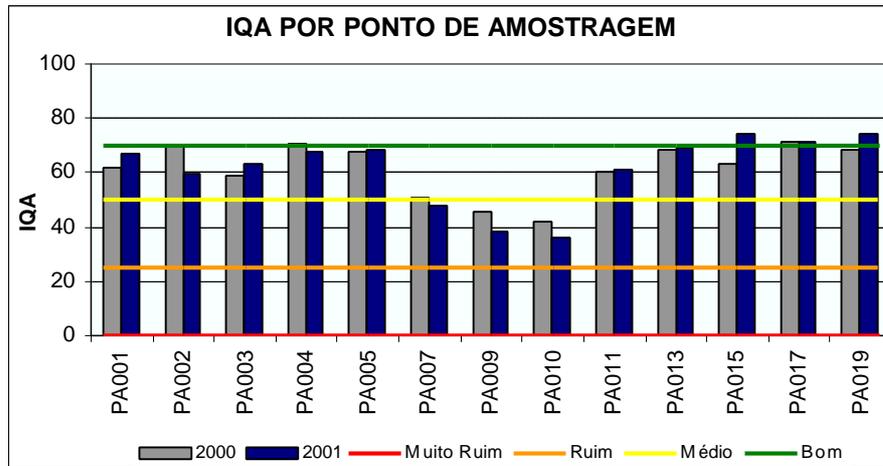
**BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

**São Francisco Sul**



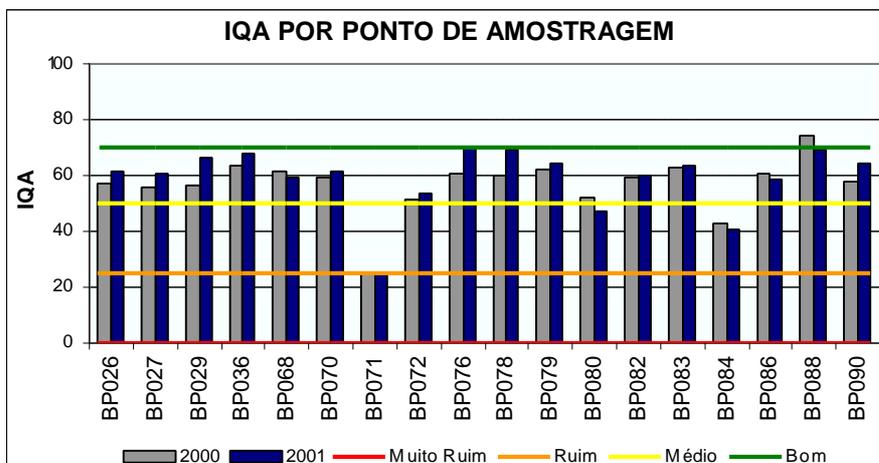
**Figura 2:** Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs SF1 e SF4

**Sub-Bacia do Rio Pará**



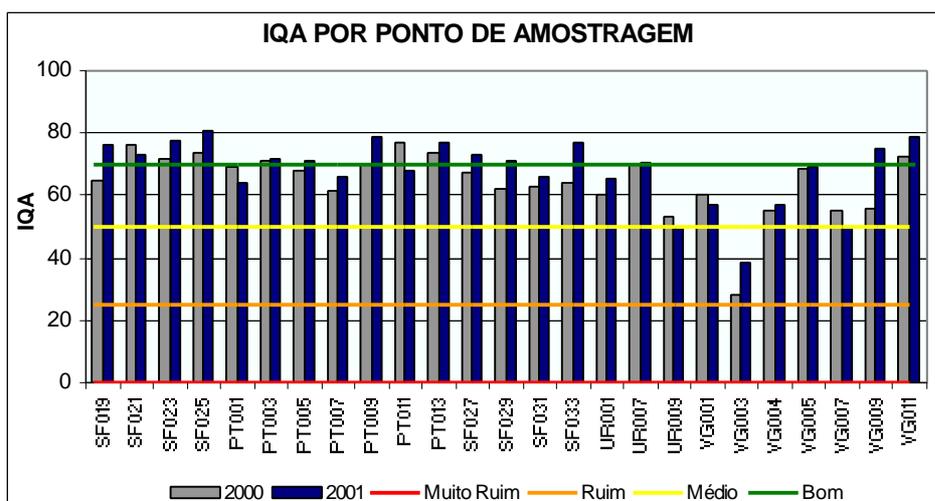
**Figura 3:** Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRH SF2

**Sub-Bacia do Rio Paraopeba**



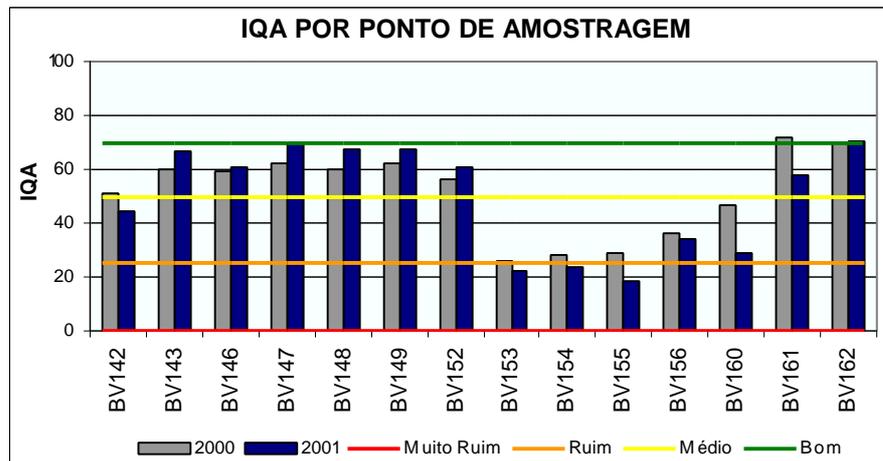
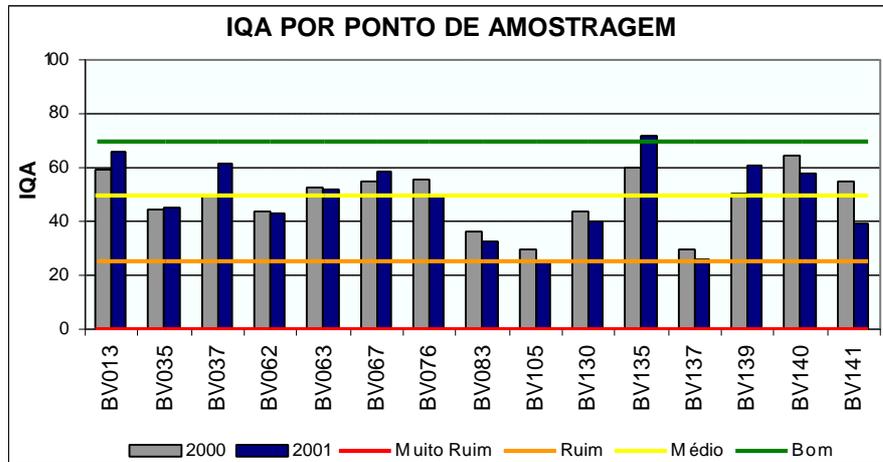
**Figura 4:** Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRH SF3

**Rio São Francisco Norte**



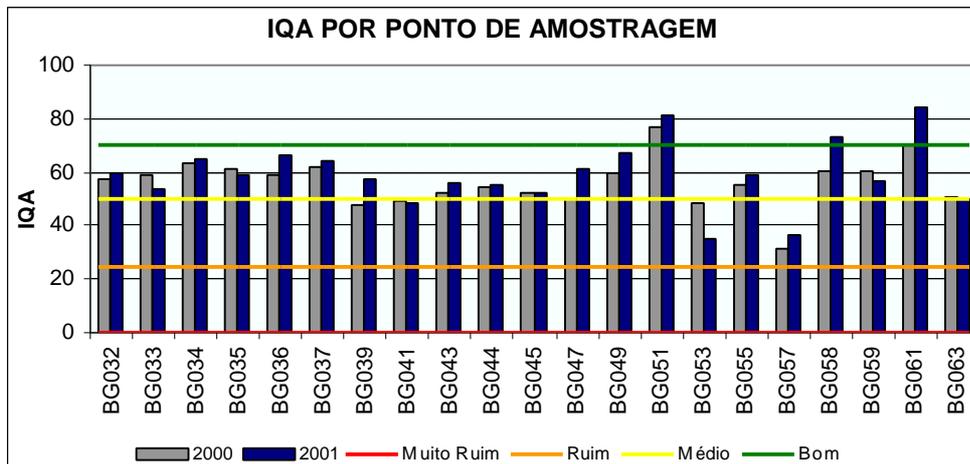
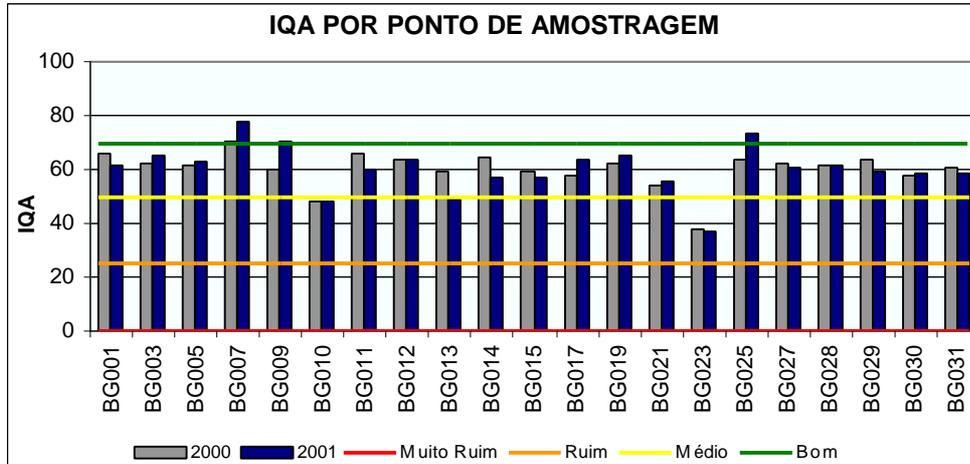
**Figura 5:** Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

**Sub-Bacia do Rio das Velhas**



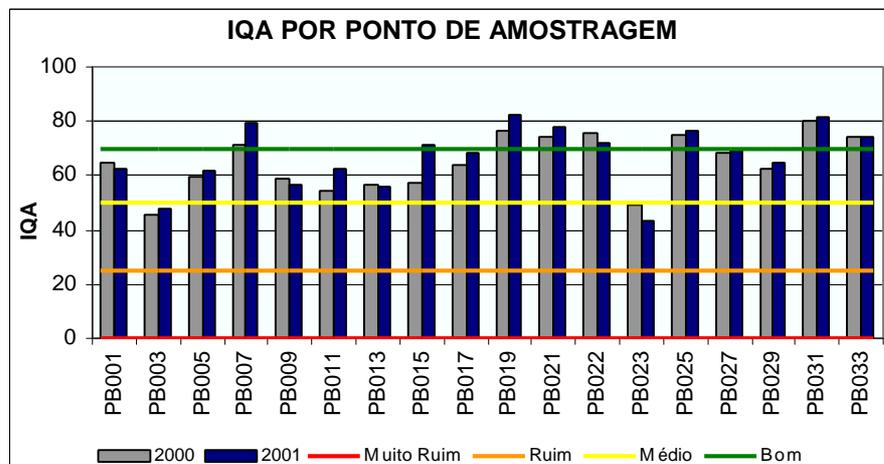
**Figura 6:** Ocorrência de IQA por ponto de amostragem  
UPGRH SF5

**BACIA DO RIO GRANDE**



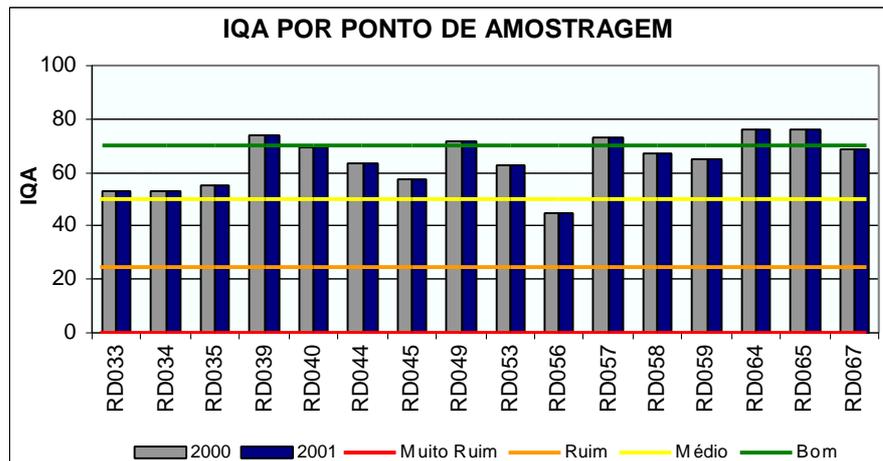
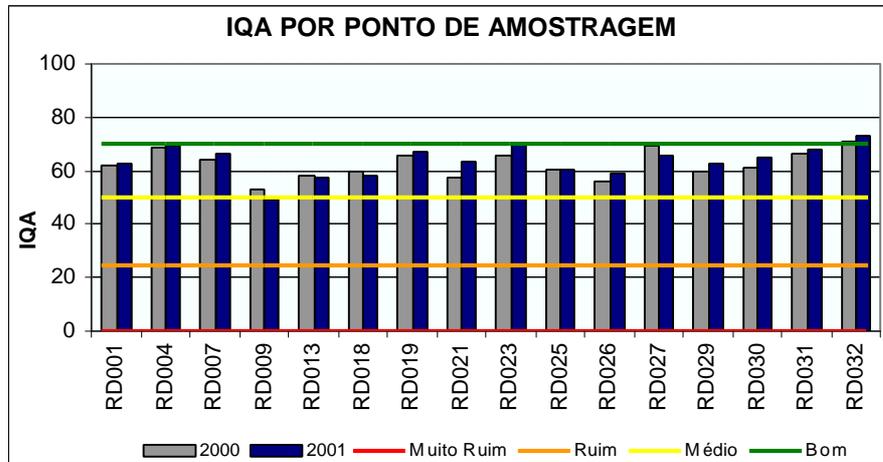
**Figura 7:** Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UGRHs GD1 a GD8

**BACIA DO RIO PARANAIBA**



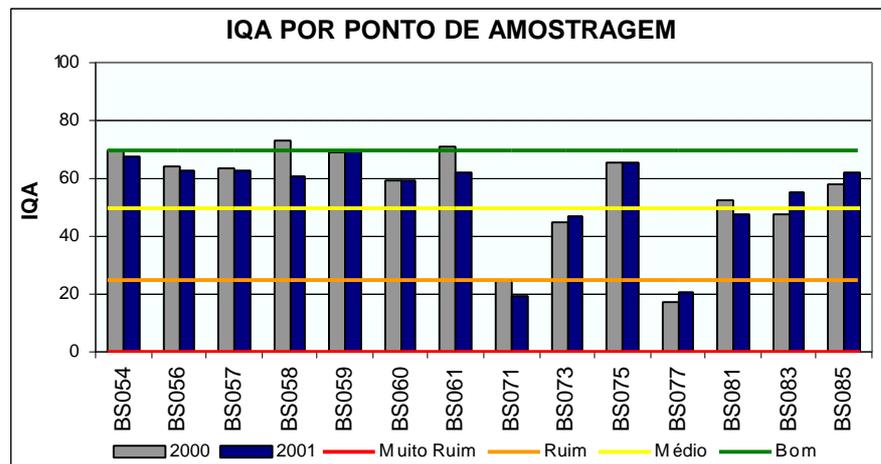
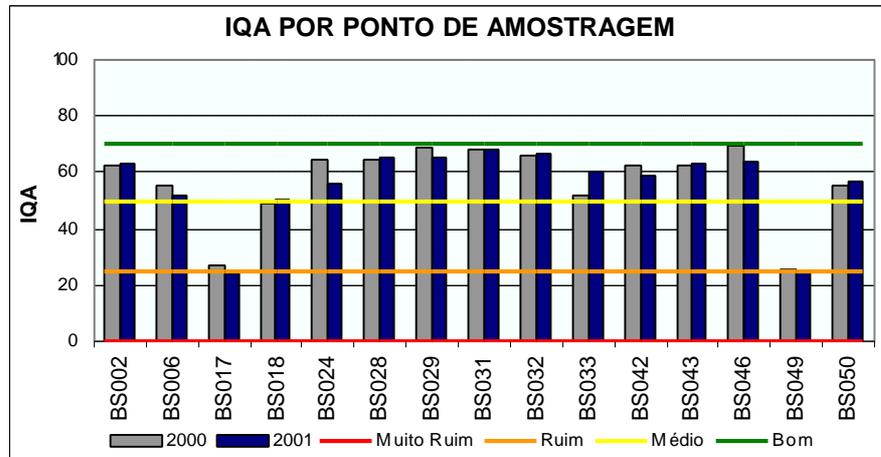
**Figura 8:** Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UGRHs PN1, PN2 e PN3

**BACIA DO RIO DOCE**



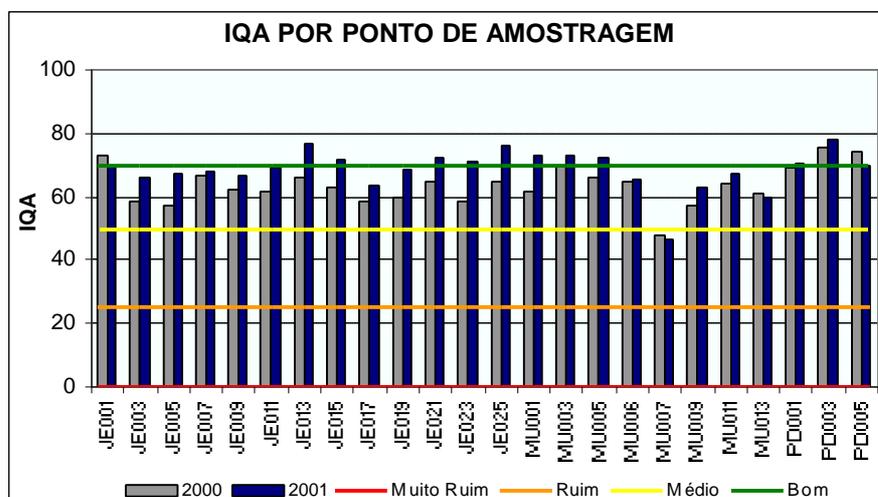
**Figura 9:** Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UPGRHs DO1 a DO5

**BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL**



**Figura 10:** Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UGRHs PS1 e PS2

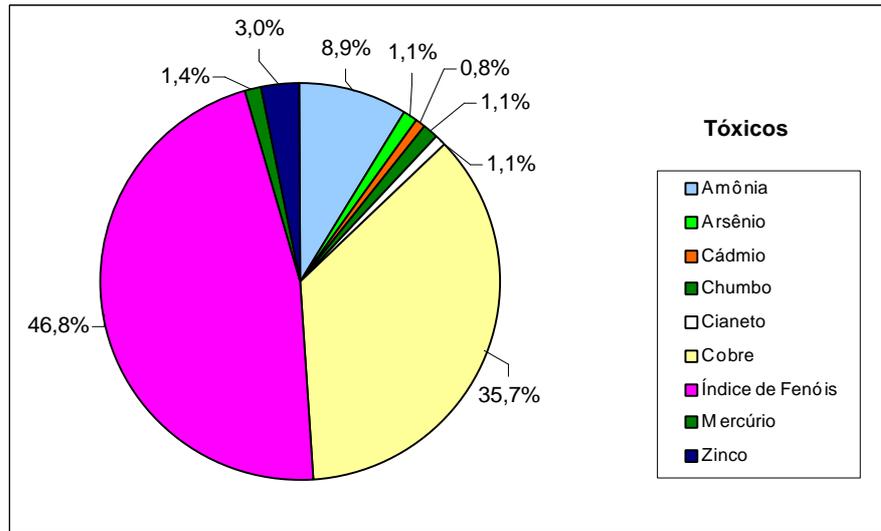
**BACIAS DOS RIOS JEQUITINHONHA, PARDO E MUCURI**



**Figura 11:** Ocorrência de IQA por ponto de amostragem UGRHs JQ1 a JQ3, MU1 e PA1

Em relação à Contaminação por Tóxicos (Figuras 13 a 23), observa-se um predomínio da contaminação alta, como nos anos anteriores. Os principais responsáveis por esta contaminação alta foram os parâmetros cobre, índice de fenóis e amônia. Vale ressaltar que as altas freqüências de contaminação por cobre foram mais expressivas nas bacias do Rio Grande (56%), Rio Doce (52%), São Francisco-Norte (58%), Paraíba do Sul (48%), merecendo destaque a bacia do Rio Paranaíba com registro de 79%. Para o índice de fenóis, as freqüências mais altas foram constatadas na sub-bacia do Rio Paraopeba (64%) e sub-bacia do Rio São Francisco-Sul (50%). A contaminação alta por amônia foi mais freqüente nas bacias do Rio Pará (30%) e Rio Paraopeba (27%). Na bacia do Rio Jequitinhonha houve ocorrência de contaminação alta por cianeto (50%) e zinco (50%).

Índice de fenóis, cobre e amônia juntos, respondem pela maioria das não conformidades com relação aos limites de classe de enquadramento dos parâmetros avaliados na determinação da contaminação por tóxicos, conforme apresentado na Figura 12. O índice de fenóis corresponde a 46,8% do total dessas não conformidades.

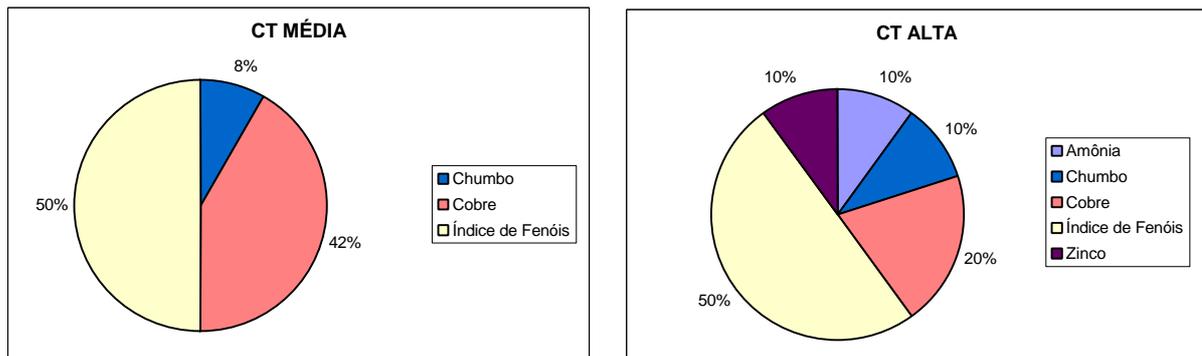


**Figura 12:** Ocorrência de parâmetros avaliados na Contaminação por Tóxicos no Estado de Minas Gerais.

Comparando os dados de 2000 e 2001, foi observada a redução nas ocorrências de índice de fenóis, bem como de amônia, embora de forma menos expressiva. A concentração de cobre, em desconformidade com a legislação vigente, aumentou do total das amostragens de 15%, no ano 2000, para 35,7% em 2001, evidenciando assim, uma situação significativamente agravante com relação a esse parâmetro.

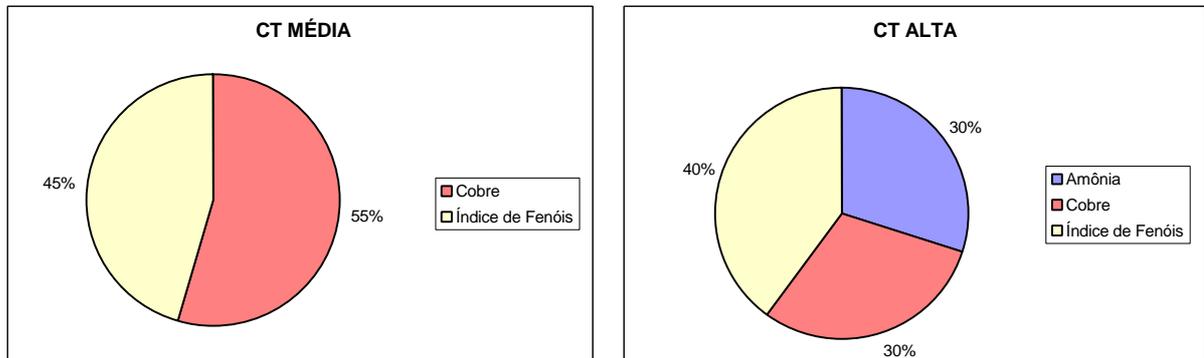
### BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

#### São Francisco Sul



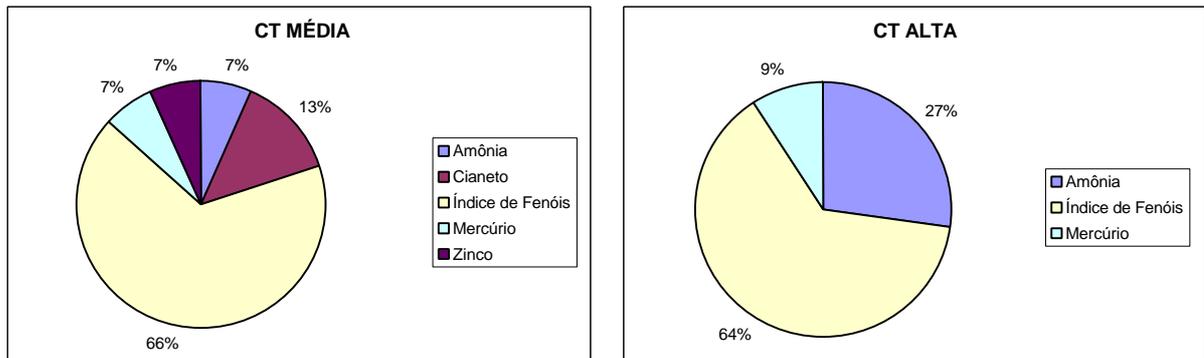
**Figura 13:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UGRHs SF1 e SF4

**Sub-Bacia do Rio Pará**



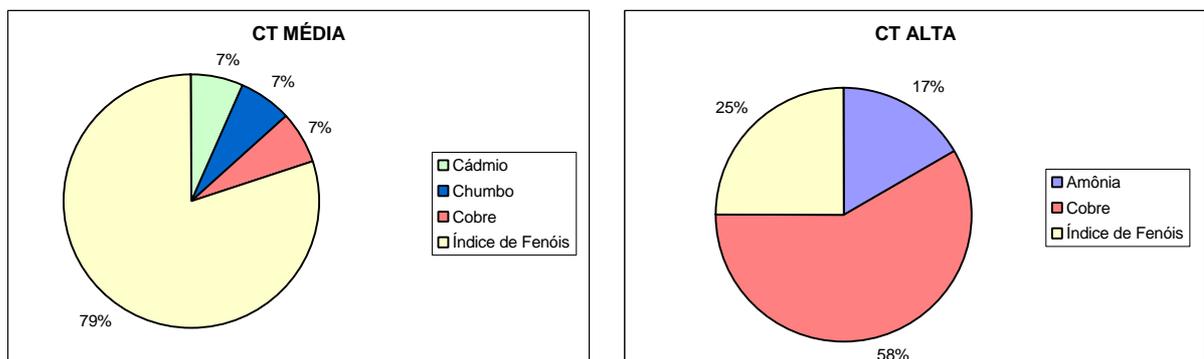
**Figura 14:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRH SF2

**Sub-Bacia do Rio Paraopeba**



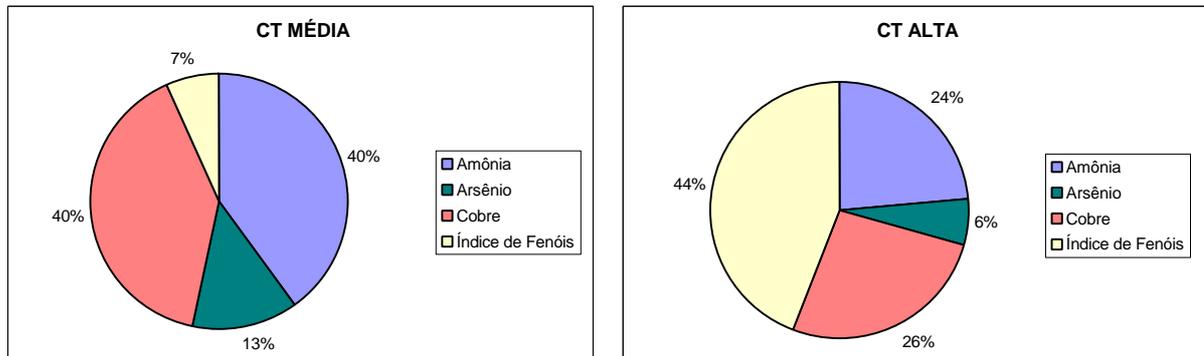
**Figura 15:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRH SF3

**São Francisco Norte**



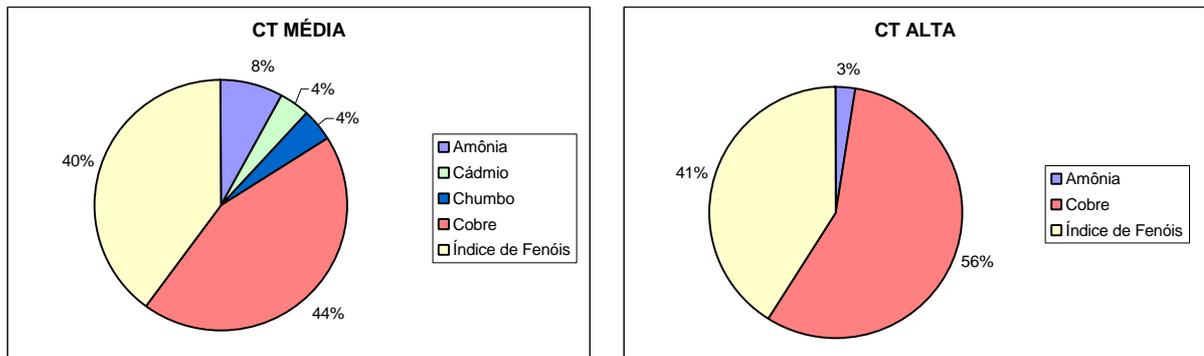
**Figura 16:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

**Sub-Bacia do Rio das Velhas**



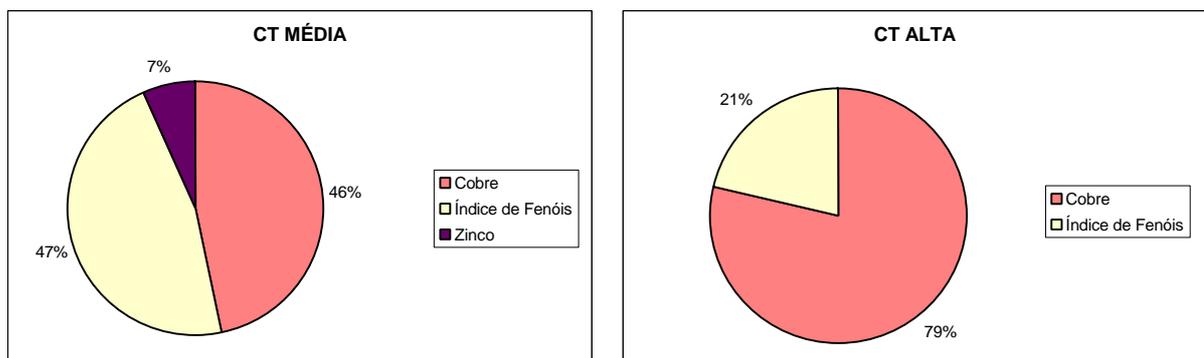
**Figura 17:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRH SF5

**BACIA DO RIO GRANDE**



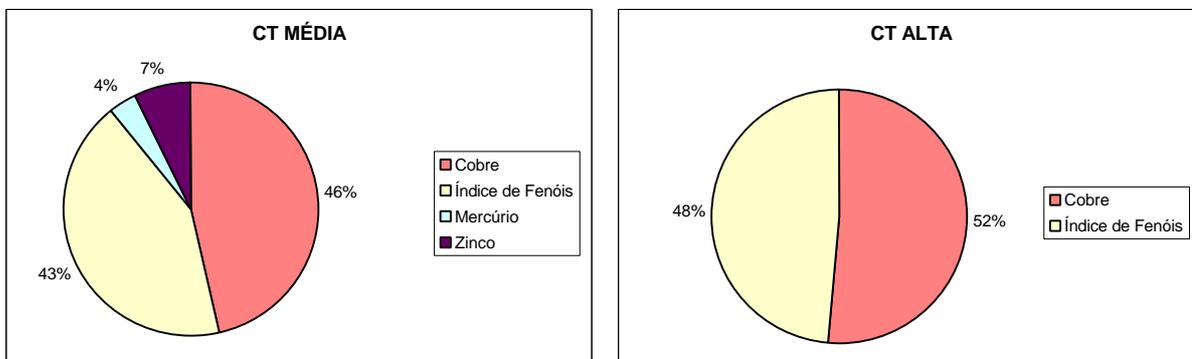
**Figura 18:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs GD1 a GD8

**BACIA DO RIO PARANAIBA**



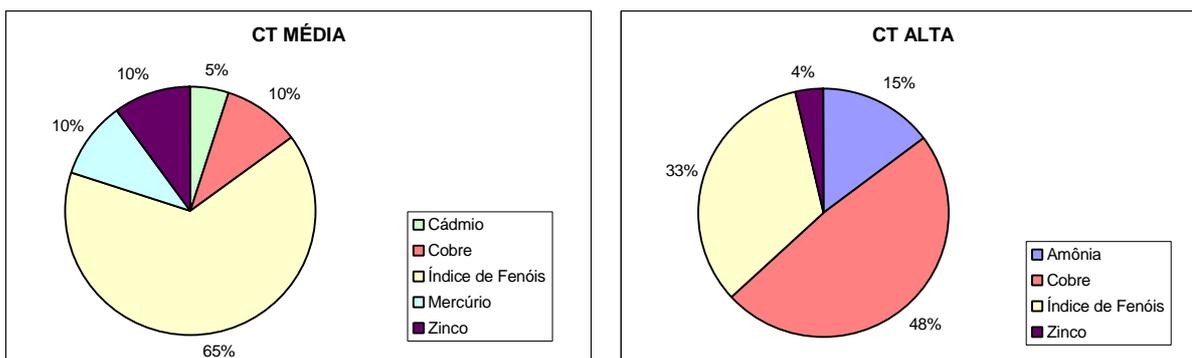
**Figura 19:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs PN1, PN2 e PN3

**BACIA DO RIO DOCE**



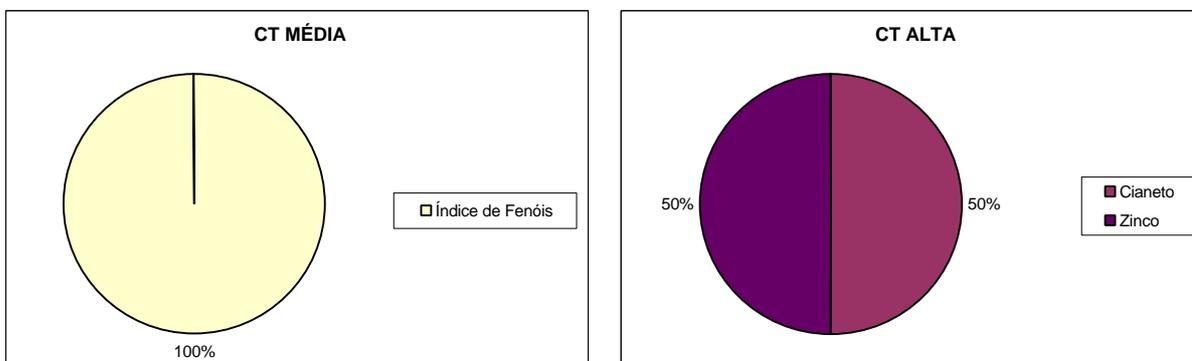
**Figura 20:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs DO1 a DO5

**BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL**



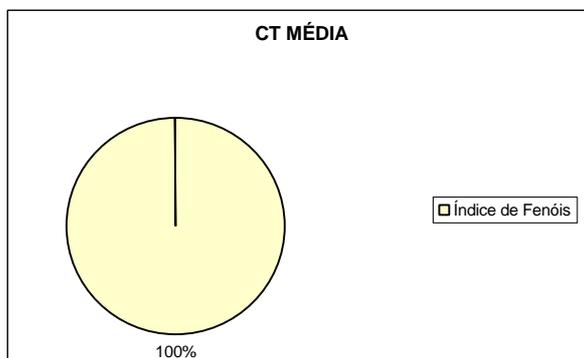
**Figura 21:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs PS1 e PS2

**BACIA DO RIO JEQUITINHONHA**

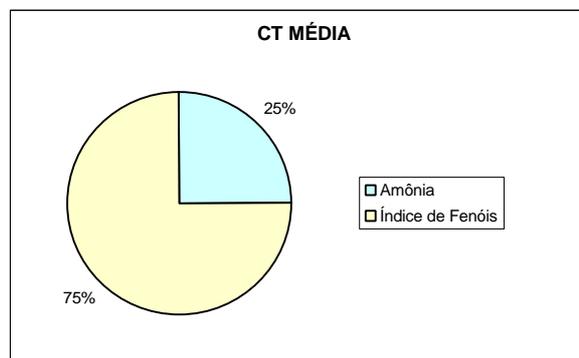


**Figura 22:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos alta e média nas bacias hidrográficas UPRHs JQ1 a JQ3

**BACIA DO RIO PARDO**



**BACIA DO RIO MUCURI**



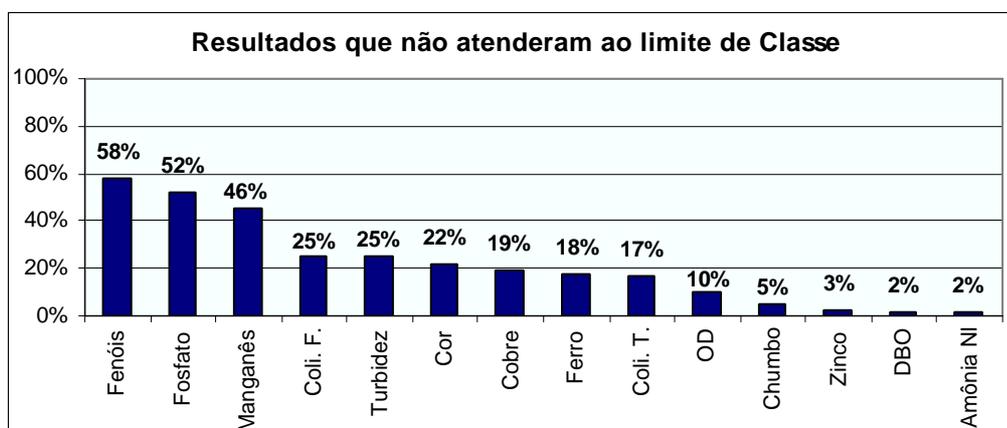
**Figura 23:** Frequência da ocorrência de parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos média nas bacias hidrográficas UGRHs PA1 e MU1

As Figuras 24 a 33 mostram os parâmetros que ocorreram fora dos limites de classe de enquadramento. Pode-se observar que, das análises totais realizadas, as determinações de fosfato acima dos limites de classe foram registradas na maioria das bacias hidrográficas, com exceção das bacias do Rio Doce, Grande e Paraíba do Sul, onde o alumínio se destacou em maior quantidade e do Rio São Francisco-Sul que registrou as maiores ocorrências para o índice de fenóis.

A situação indesejada para o fosfato é atribuída ao limite definido na legislação DNCOPAM 10/86, considerado muito restritivo para as condições naturais das águas estado, porém existem registros de teores críticos decorrentes de lançamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais em muitos dos cursos d'água monitorados.

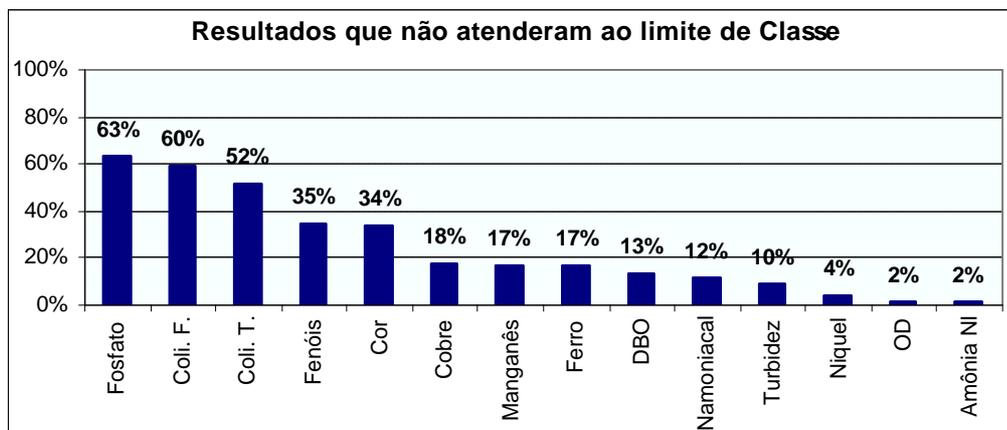
**BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

**São Francisco Sul**



**Figura 24:** Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UGRHs SF1 e SF4

## Sub-Bacia do Rio Pará



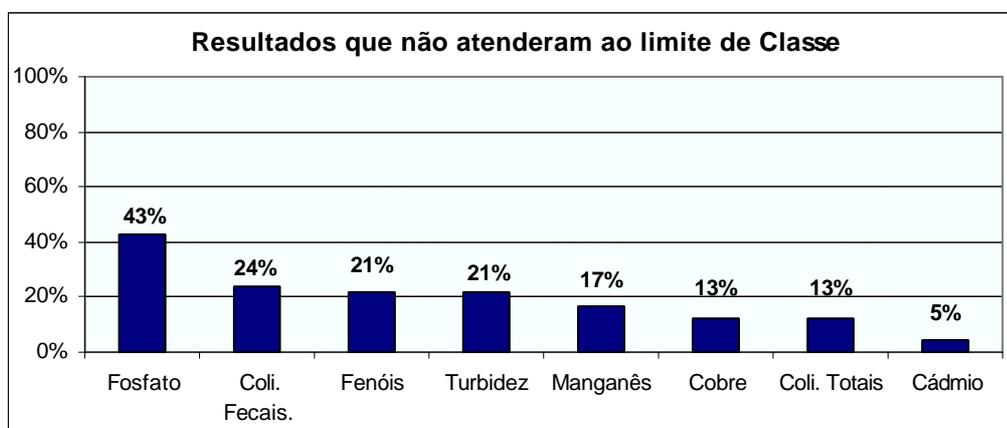
**Figura 25:** Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UGRH SF2

## Sub-Bacia do Rio Paraopeba



**Figura 26:** Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UGRH SF3

## São Francisco Norte



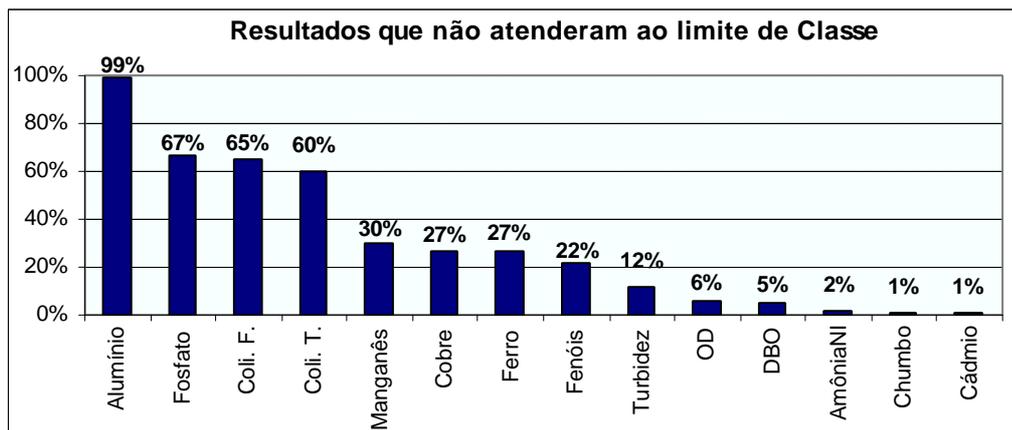
**Figura 27:** Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UGRHs SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10

**Sub-Bacia do Rio das Velhas**



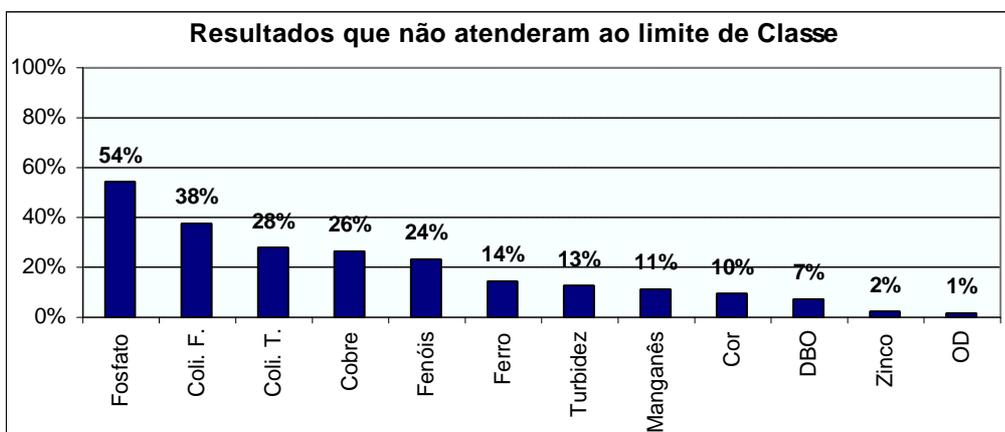
**Figura 28:** Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UPGRH SF5

**BACIA DO RIO GRANDE**



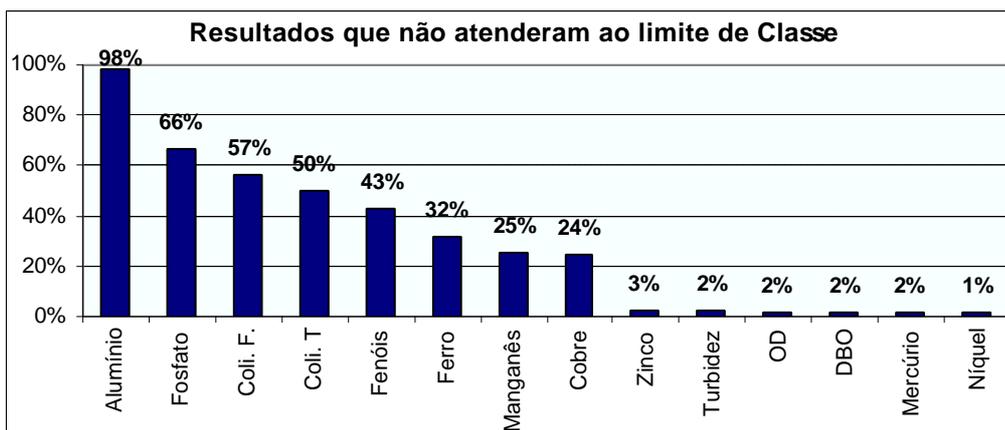
**Figura 29:** Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação - UPGRHs GD1 a GD8

**BACIA DO RIO PARANAIBA**



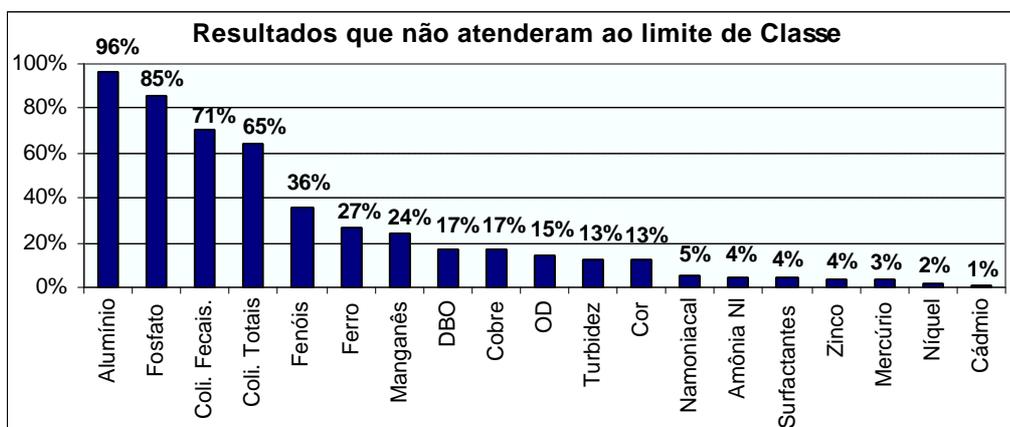
**Figura 30:** Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UPGRHs PN1, PN2 e PN3

**BACIA DO RIO DOCE**



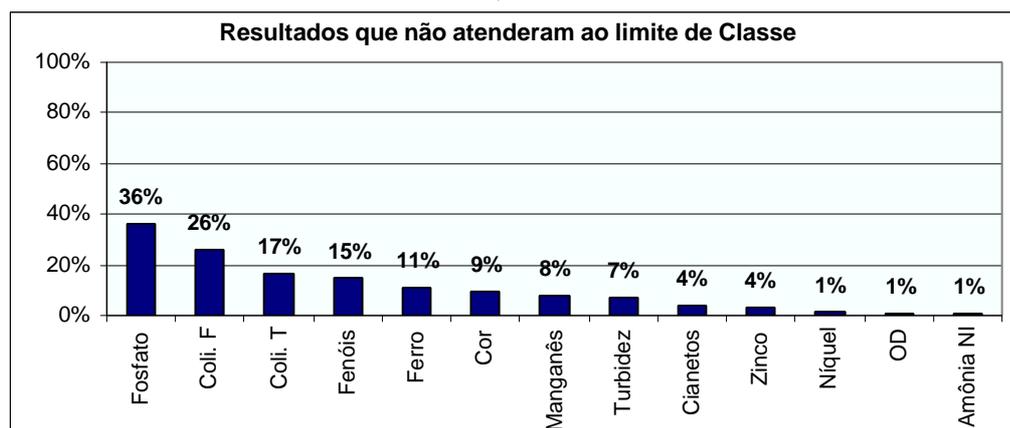
**Figura 31:** Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UPGRHs DO1 a DO5

**BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL**



**Figura 32:** Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UPGRHs PS1 e PS2

**BACIAS DOS RIOS PARDO, JEQUITINHONHA E MUCURI**



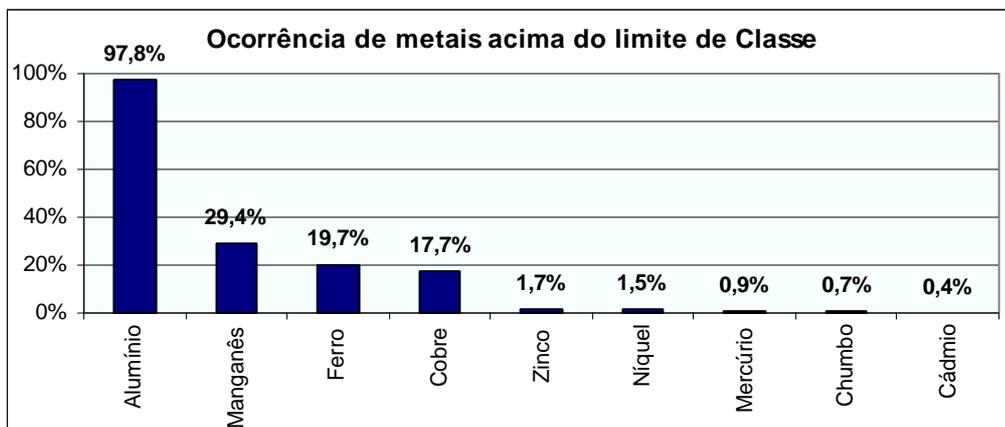
**Figura 33:** Frequência da ocorrência de parâmetros acima dos limites da legislação – UPGRHs JQ1 a JQ3, PA1 e MU1

A Figura 34 mostra a ocorrência de metais em desacordo com o limite estabelecido pela legislação em todo o estado de Minas Gerais. Os parâmetros que apresentaram maior desconformidade foram o alumínio e o manganês com respectivamente, 97,8 e 29,4% da incidência de metais em desacordo com a legislação ambiental. Contudo, deve-se observar que os metais, com algumas exceções, não são monitorados nas campanhas intermediárias, ou até mesmo todas as estações de amostragem, como é o caso do alumínio. Também merecem menção, em função dos números considerados significativos de não atendimento aos padrões, as espécies ferro solúvel (19,7%) e cobre (17,7%).

O manganês, o ferro e o alumínio são considerados importantes constituintes dos solos (substratos) do estado de Minas Gerais, sendo, portanto, considerados constituintes naturais das águas que drenam o território mineiro. Contudo, a constatação de teores extremamente elevados desses elementos denotam a existência de atividades de metalurgia, mineração ou

manejo do solo sem os procedimentos adequados para preservação da integridade dos sistemas aquáticos.

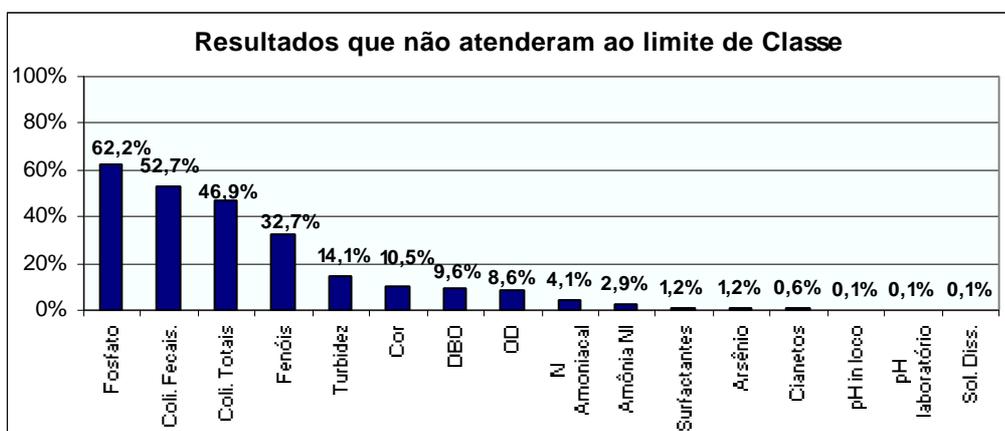
### ESTADO DE MINAS GERAIS – 2001



**Figura 34:** Frequência da ocorrência de metais acima dos limites da legislação

Dos demais parâmetros que não atenderam ao limite de classe de enquadramento em todo o estado (Figura 35) verificou-se principalmente as seguintes ocorrências no total das amostras analisadas: 62,2% de fosfato total, 52,7% de coliformes fecais e 32,7% de índice de fenóis.

### ESTADO DE MINAS GERAIS - 2001



**Figura 35:** Frequência da ocorrência de parâmetros fora dos limites da legislação.

Relativamente ao índice de fenóis, o padrão estabelecido na legislação (0,001 mg/L) coincide com o limite de detecção do método analítico empregado. Apesar disso, foi evidente a relação de teores elevados de índice de fenóis com o lançamento de despejos industriais, especialmente do ramo metalúrgico. Também foi evidente a presença de concentrações muito elevadas de índice de fenóis em trechos situados a jusante de grandes centros urbanos. Isto pode está associado à presença de compostos fenólicos em desinfetantes domésticos.

## 7. Caracterização Geral da Sub-Bacia do Rio Paraopeba

### Caracterização Geral da Bacia

Área de Drenagem	12.090 km <sup>2</sup>
Municípios com sede na bacia	35 municípios
População (IBGE, 2000)	814.609 Urbana 94.877 Rural
Outorgas Superficiais 2001	0,7644 m <sup>3</sup> /s
Outorgas Subterrâneas 2001	302,04 m <sup>3</sup> /h

### Principais Constituintes

Rio Paraopeba, Ribeirão São João, Rio Brumado, Rio Camapuã, Rio Maranhão, Rio Betim, Ribeirão dos Macacos, Ribeirão Grande e Rio Pardo

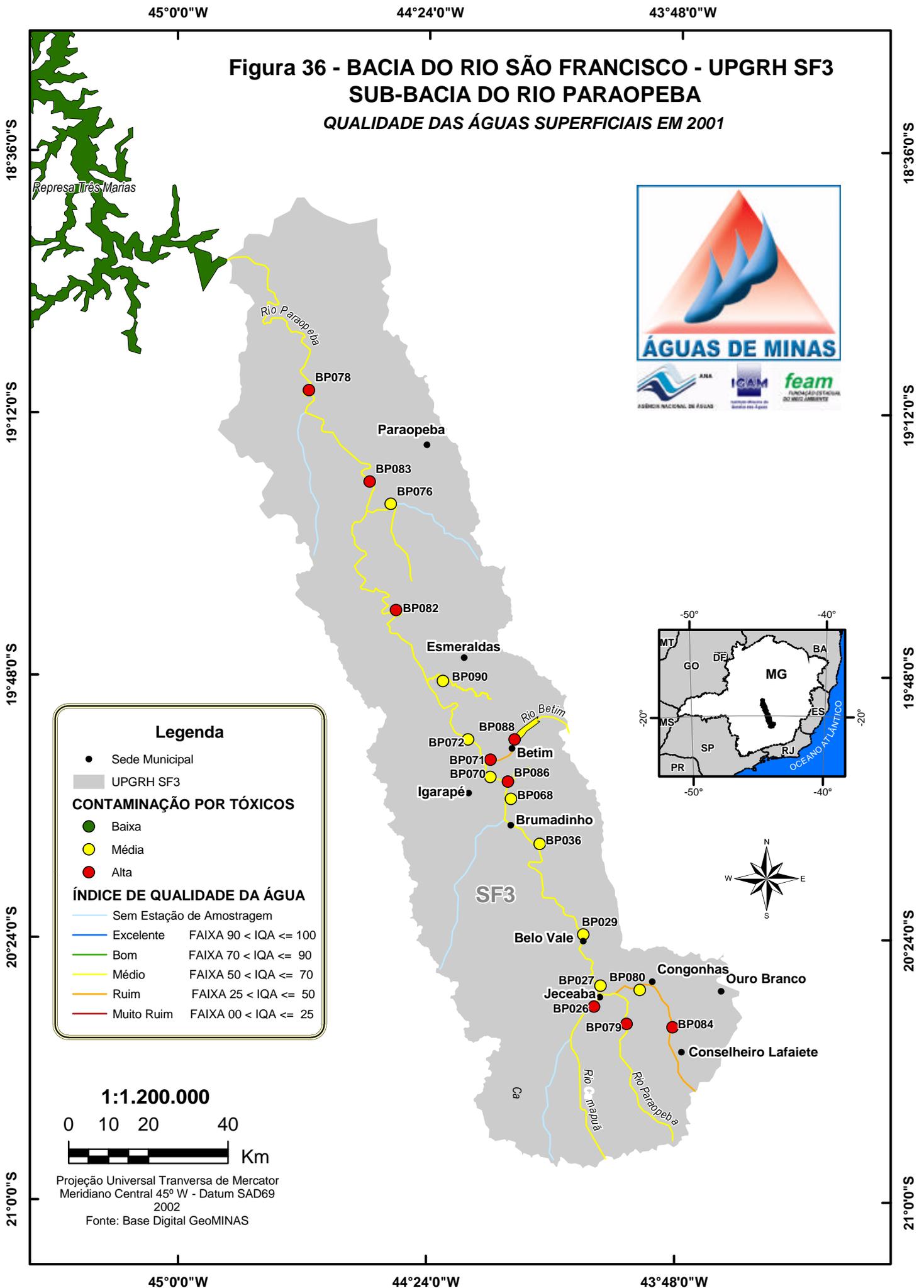
### Usos do Solo

No baixo curso do Rio Paraopeba identifica-se a exploração de areia e ardósia. Indústrias siderúrgicas estão presentes nas sub-bacias dos rios Maranhão e Betim. Exploração de minério de ferro e manganês ocorrem na região do Quadrilátero Ferrífero, sub-bacias do Rio Maranhão e Ribeirões Contendas e Barra. A horticultura é verificada nas sub-bacias do Rio Manso e do Ribeirão Sarzedo e no Alto Curso do Rio Paraopeba.

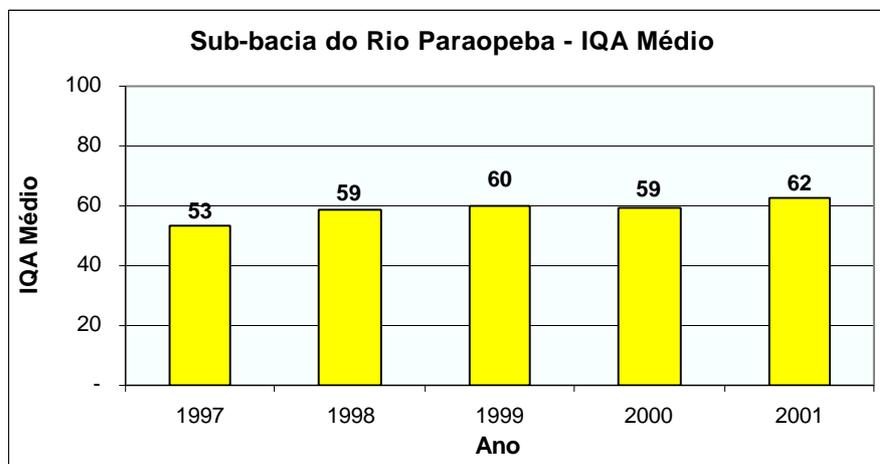
### Usos da Água

Abastecimento doméstico e industrial, irrigação, mineração, dessedentação de animais, pesca e piscicultura.

**Figura 36 - BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO - UPGRH SF3  
SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA  
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM 2001**



### Evolução Temporal do IQA Médio na Sub-Bacia do Rio Paraopeba



## 8. Considerações e discussão dos Resultados de 2001

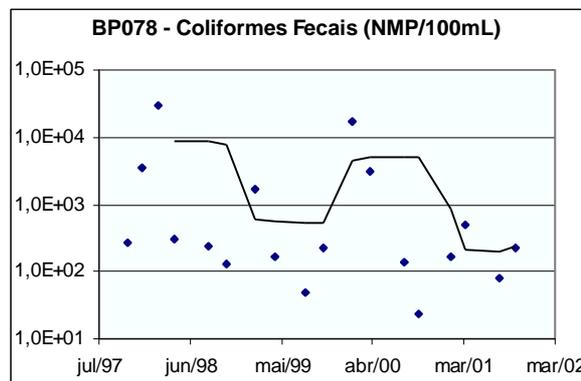
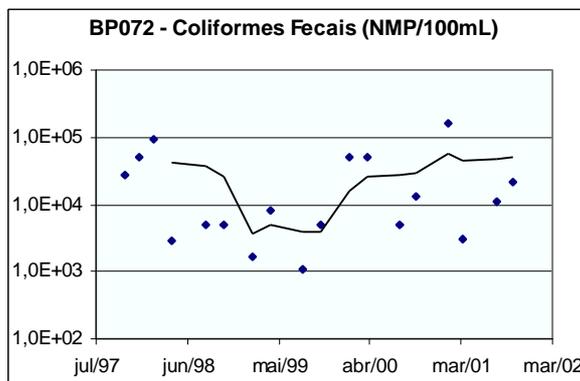
### Rio Paraopeba

#### UPGRH SF3

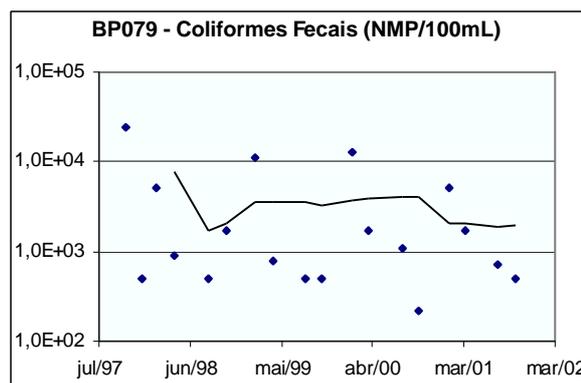
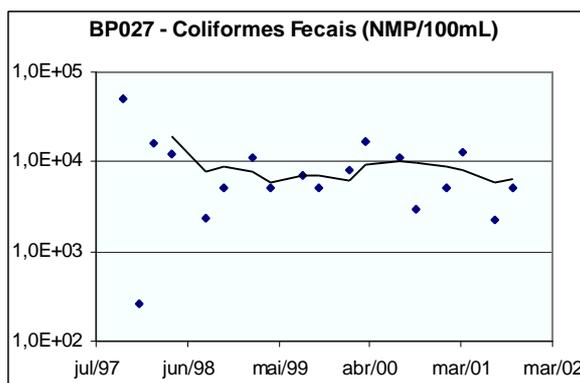
**Estações de Amostragem:** BP027, BP029, BP036, BP068, BP070, BP072, BP078, BP079, BP082, BP083

A partir dos resultados levantados em 2001, verificou-se que o Índice de Qualidade das Águas apresentou-se com valor médio ao longo de todo o Rio Paraopeba, condição similar ao observado em 2000. No entanto, o Rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Pardo (BP078) apresentou IQA bom em três campanhas, sendo a média final bem próxima do índice de qualidade bom. Isso evidencia a capacidade de diluição e autodepuração que possui o Rio Paraopeba. Deve-se destacar também, o ponto BP072, Rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Betim, onde se verificou índice de qualidade ruim na primeira campanha e médio nas demais campanhas, resultante dos despejos provenientes do Rio Betim.

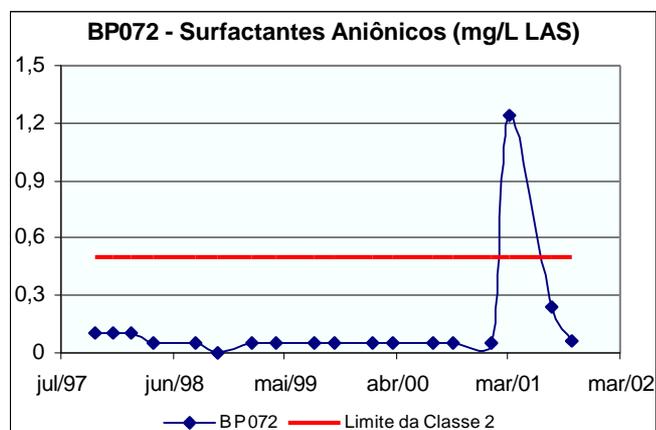
A contagem de coliformes fecais ultrapassou os padrões legais na maioria das análises realizadas na sub-bacia do Rio Paraopeba, constituindo um indicador de relevância sobre a degradação das águas da região por lançamentos de esgotos sanitários. A situação mais crítica ocorreu no Rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Betim (BP072) e a condição mais favorável foi observada no Rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Pardo (BP078).



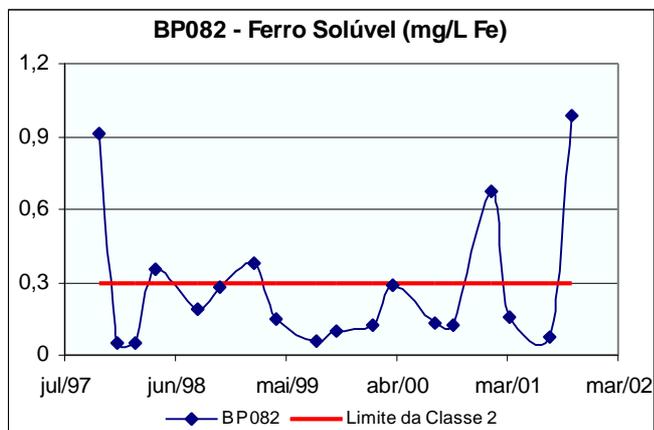
Observa-se também, que no Rio Paraopeba logo após a foz do Rio Camapuã (BP027), houve uma estabilidade nos níveis de coliformes fecais, a partir de julho de 1998, bem como no Rio Paraopeba a montante da foz do Rio Pequeri (BP079).



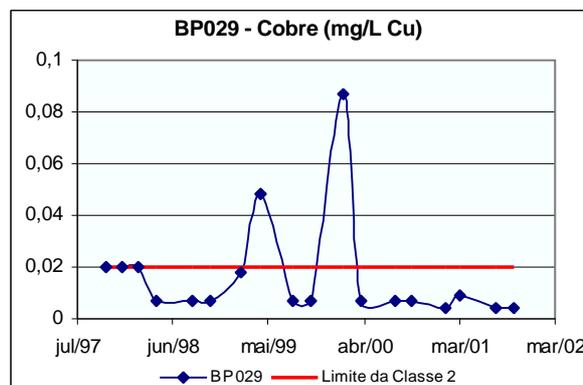
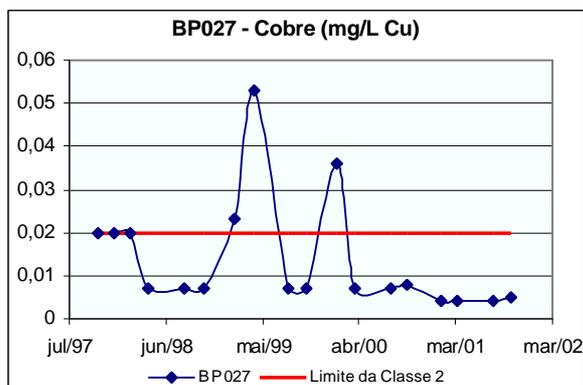
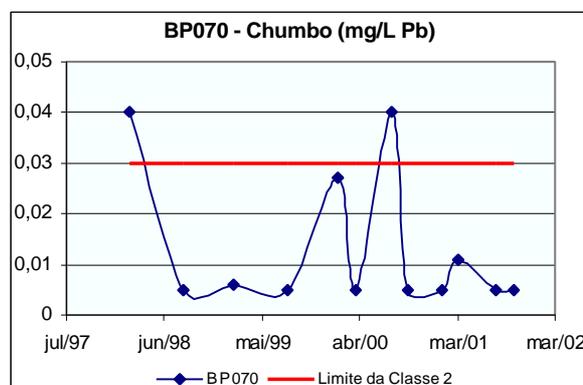
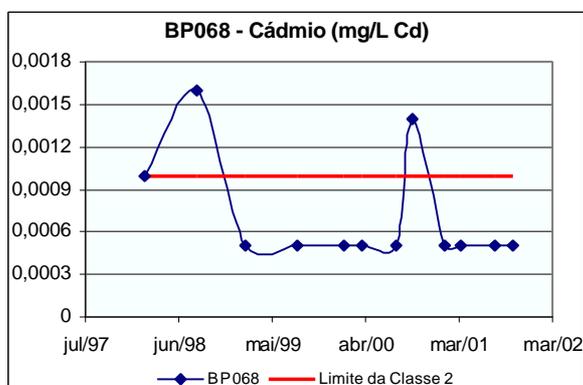
O teor de surfactantes aniônicos, que estão associados aos despejos de esgoto doméstico, também superou o limite de classe estabelecido na legislação (0,5mg/L LAS) no Rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Betim (BP072), onde se detectou o valores de 1,24mg/L LAS.



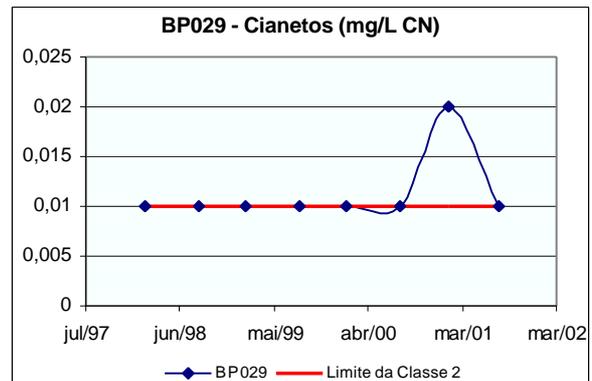
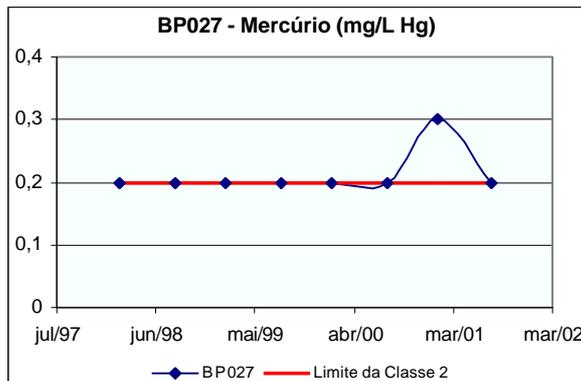
A concentração de ferro solúvel ocorreu acima do padrão no Rio Paraopeba na localidade de Cachoeirinha (BP082), sendo detectado um máximo de 0,99 mg/L, três vezes maior que o valor estabelecido pela legislação.



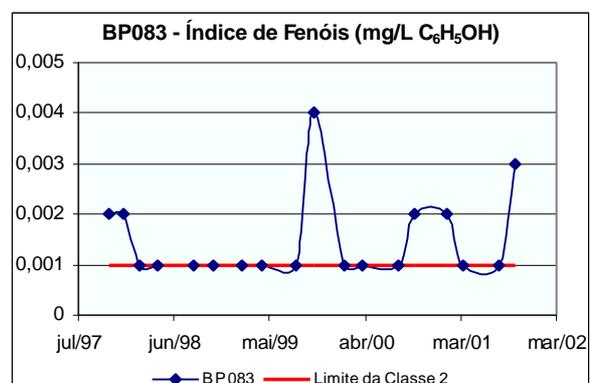
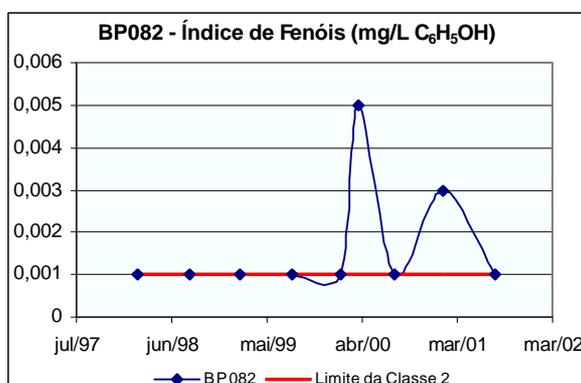
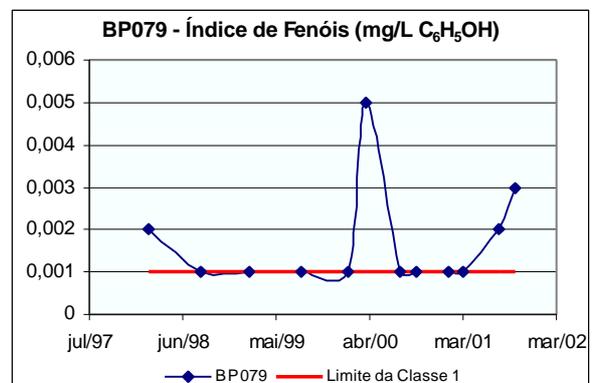
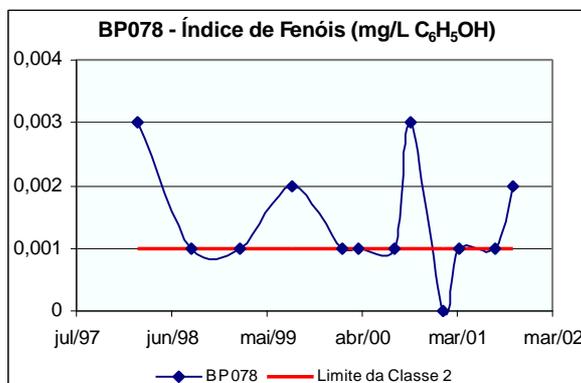
Comparando-se a contaminação por tóxicos em 2001 com a referente em 2000, verificou-se um aumento da contaminação média e redução em 50% da contaminação alta nos pontos do Rio Paraopeba. Isso foi observado porque a presença dos metais cádmio, chumbo e cobre, que já ocorreram em teores acima do admissível nos anos anteriores, mantiveram-se em teores aceitáveis em 2001.



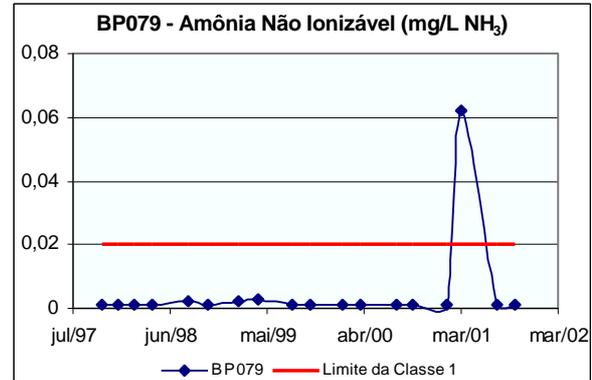
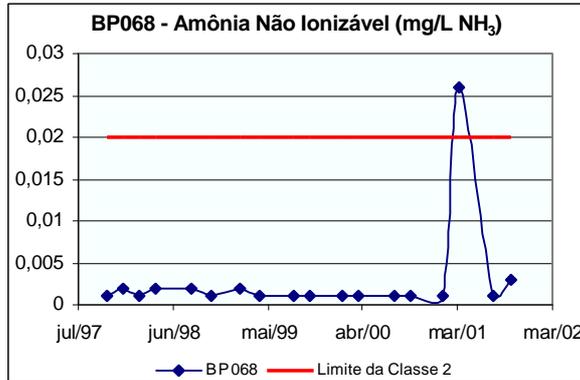
A concentração de mercúrio apresentou-se acima do limite de classe no Rio Paraopeba logo após a foz do Rio Camapuã (BP027), na 1ª campanha de 2001. Foi registrada também a ocorrência de teor inaceitável de cianeto, em uma das campanhas realizadas, no Rio Paraopeba na cidade de Belo Vale (BP029).



Em todo o Rio Paraopeba foi generalizada a detecção de concentrações de índices de fenóis em desacordo com o padrão legal, sendo que 40% dos pontos ao longo do rio apresentaram concentração alta de índice de fenóis e 60% apresentaram contaminação média. Esta ocorrência pode estar relacionada ao lançamento de efluentes de indústrias siderúrgicas locais.

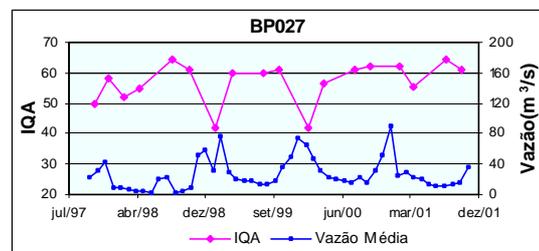
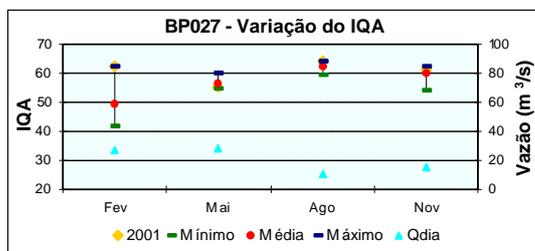


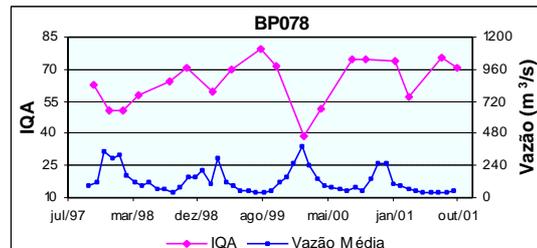
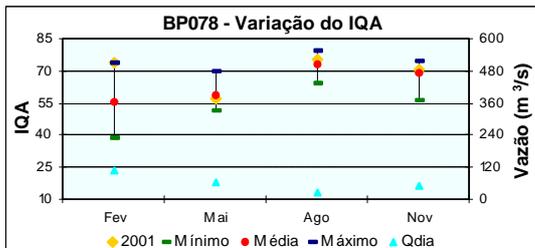
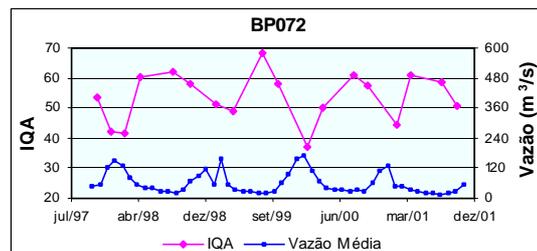
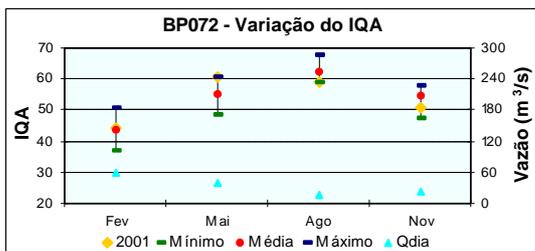
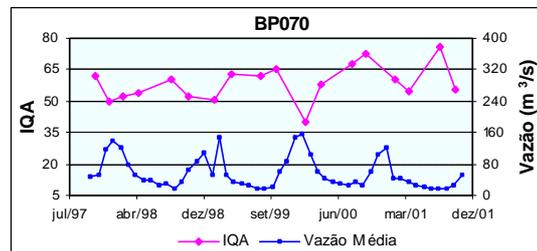
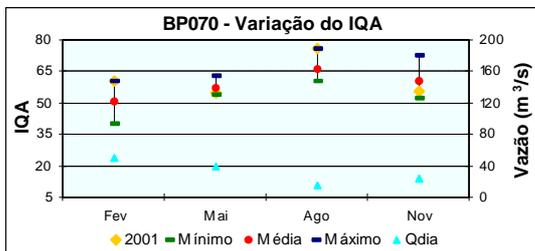
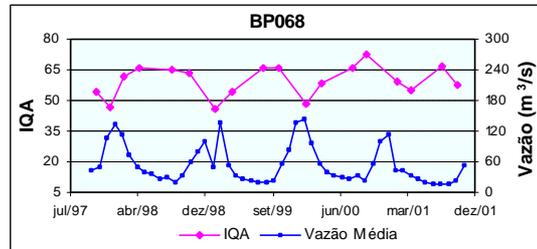
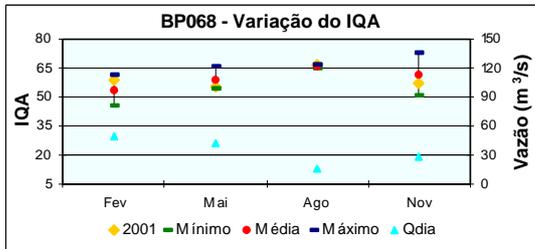
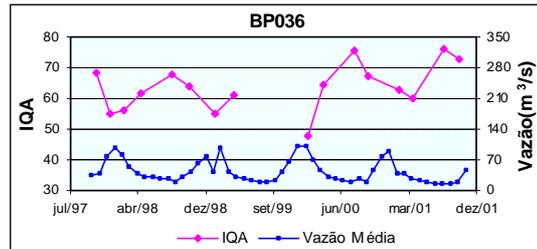
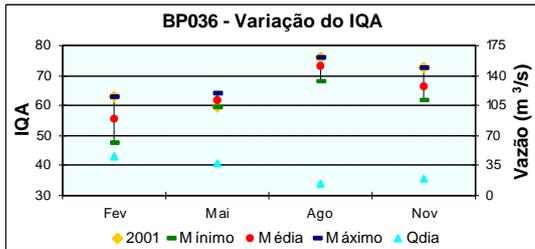
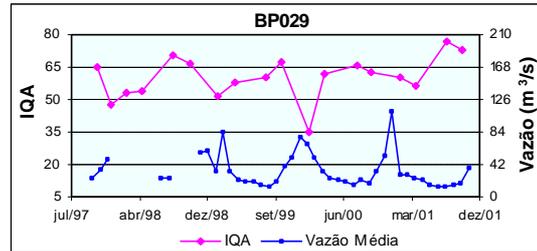
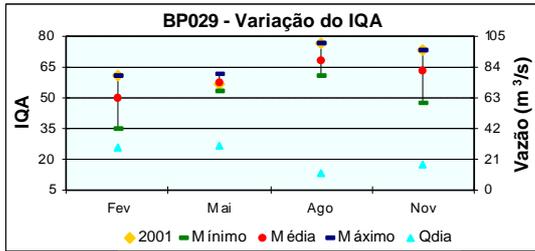
Nos pontos do Rio Paraopeba no local denominado Fecho do Funil (BP068) e a montante da foz do Rio Pequeri (BP079), verificaram-se altas concentrações de amônia não ionizável na segunda campanha, além da contaminação por índice de fenóis.

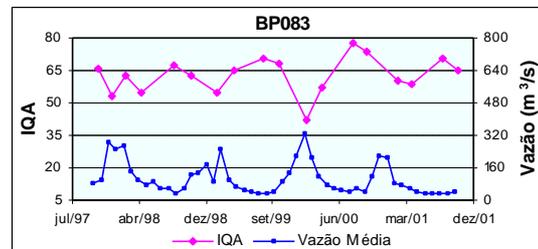
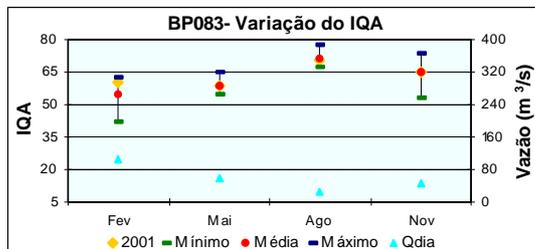
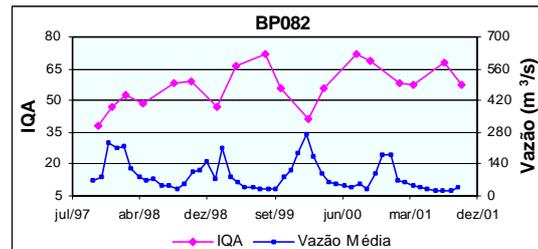
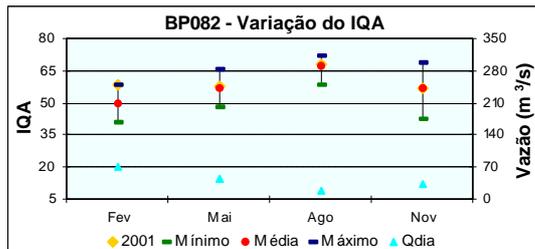
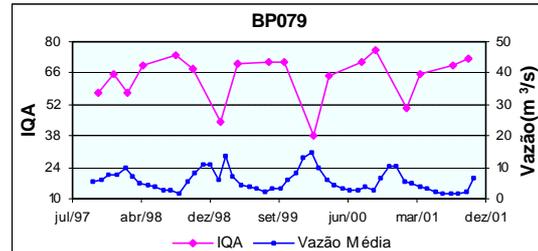
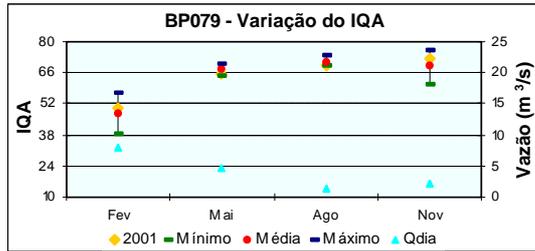


Os ensaios de toxicidade, realizados no Rio Paraopeba no local denominado Fecho do Funil (BP068) e na localidade de Cachoeirinha (BP082), indicou nesses trechos a ocorrência de substâncias tóxicas em níveis capazes de causar efeito tóxico ao corpo d'água. Esses resultados podem ter como origem o carregamento de substâncias tóxicas utilizadas nas áreas agrícolas da região.

Pode-se observar através de todos os pontos monitorados no Rio Paraopeba sendo eles logo após a foz do Rio Camapuã (BP027), na cidade de Belo Vale (BP029), na localidade de Melo Franco (BP036), no local denominado Fecho do Funil (BP068), a jusante da foz do Ribeirão Sarzedo (BP070), a jusante da foz do Rio Betim (BP072), a jusante da foz do Rio Pardo (BP078), a montante da foz do Rio Pequeri (BP079), na localidade de Cachoeirinha (BP082) e logo após a foz do Ribeirão Macacos (BP083) uma forte característica de poluição difusa ao avaliar que há uma piora no índice de qualidade das águas quando há um aumento da vazão. Além disso, foi possível averiguar que na maioria das campanhas ao longo do Rio Paraopeba, o IQA ocorrido no ano 2001 se apresentou próximo do valor máximo ou médio já ocorrido até então.







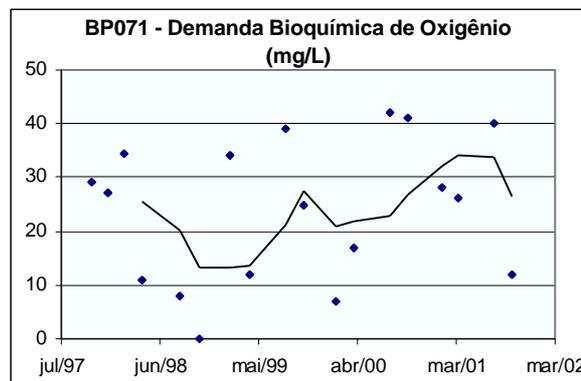
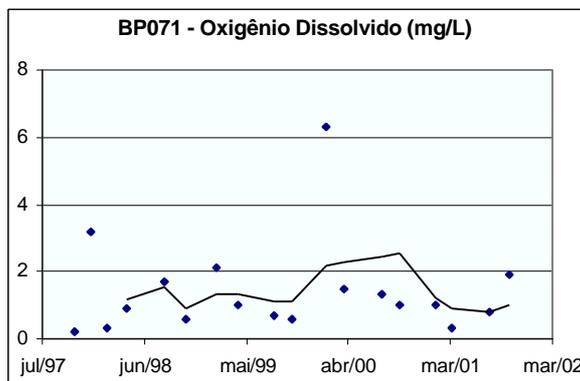
### Rio Betim

#### UPGRH SF3

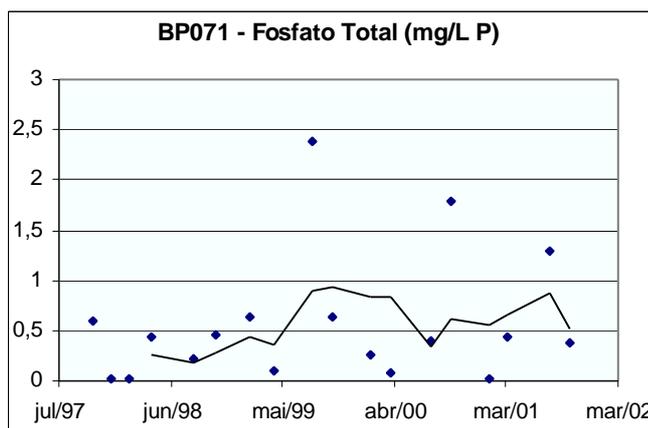
#### Estações de Amostragem: BP071 e BP088

O Rio Betim apresentou as piores condições da bacia do Rio Paraopeba em 2001, indicando pressões decorrentes do lançamento de esgotos sanitários e outros despejos orgânicos. O Índice de Qualidade das Águas foi ruim no Rio Betim próximo de sua foz no Rio Paraopeba (BP071) e médio no Rio Betim a jusante do Reservatório de Vargem das Flores (BP088). Deve-se destacar que o Rio Betim a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088) apresentou índice de qualidade bom em 2000.

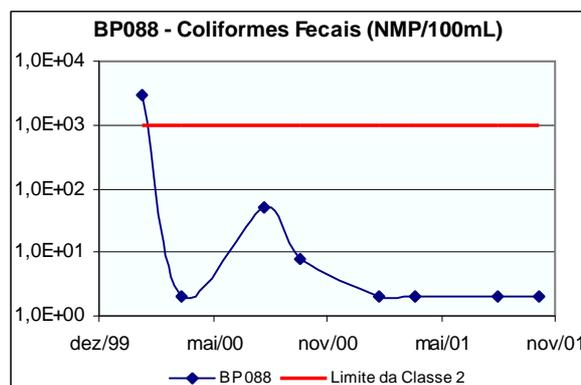
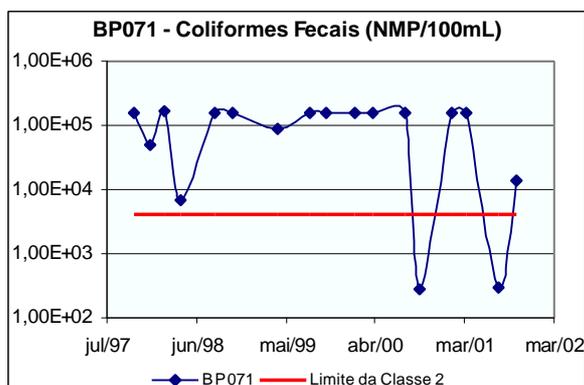
Pode-se observar que o oxigênio dissolvido apresentou média anual de 1,7mg/L no Rio Betim próximo de sua foz no Rio Paraopeba (BP071) e conseqüentemente a demanda bioquímica de oxigênio apresentou-se elevada. Contudo, identifica-se que a concentração de oxigênio dissolvido apresenta certa tendência de aumento a partir da terceira campanha de 2001, enquanto a DBO diminui.



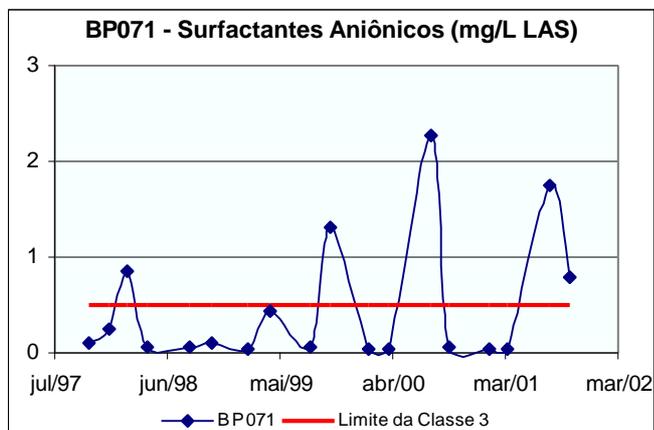
Com as análises de fosfato total realizadas ficou constatado que um dos trechos mais críticos com relação a esse parâmetro é o Rio Betim próximo de sua foz no Rio Paraopeba (BP071), com registros de valores até 43 vezes acima o limite de classe estabelecido, sendo esse resultado semelhante aos do ano 2000. Os teores de nitrato permaneceram em condições aceitáveis em ambos os pontos.



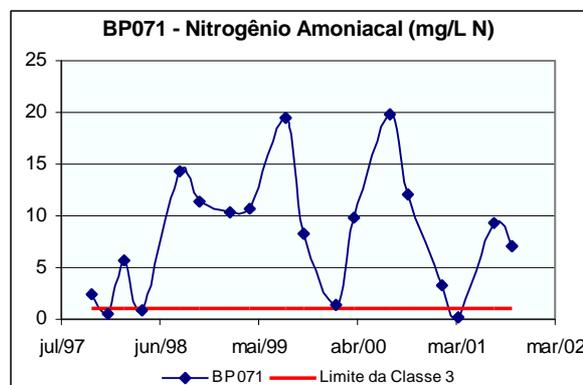
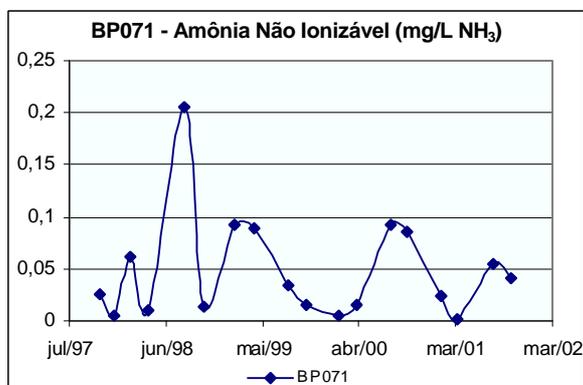
A situação mais crítica de coliformes fecais ocorreu no Rio Betim próximo de sua foz no Rio Paraopeba (BP071), enquanto a condição mais favorável foi observada no Rio Betim a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088).



Verificou-se que o teor de surfactantes aniônicos atingiu o valor de 1,76mg/L LAS no ponto BP071, ultrapassando em 3,5 vezes o limite estabelecido na legislação.



A contaminação por tóxicos foi alta nesses dois pontos devido a altas concentrações de amônia não ionizável, sendo que no Rio Betim a jusante do reservatório de Vargem das Flores (BP088) a concentração atingiu valor seis vezes maior que o estabelecido na legislação. Também foram verificadas elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal no Rio Betim próximo de sua foz no Rio Paraopeba (BP071).

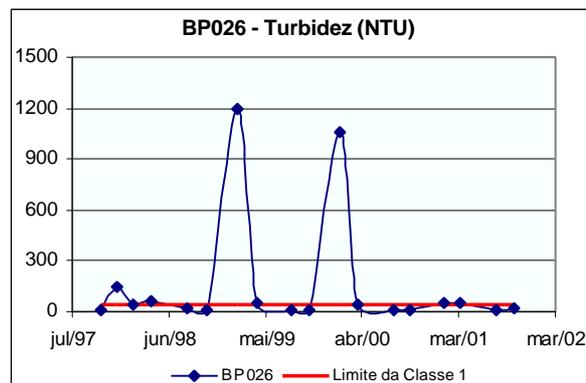
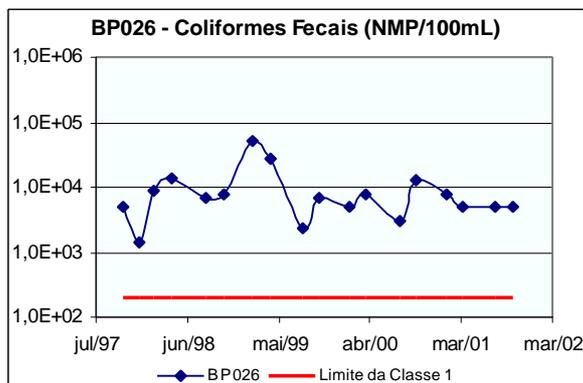


## Rio Camapuã

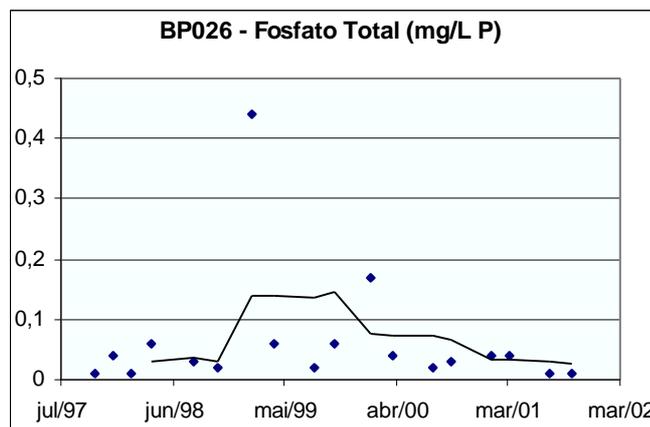
### UPGRH SF3

Estação de Amostragem: BP026

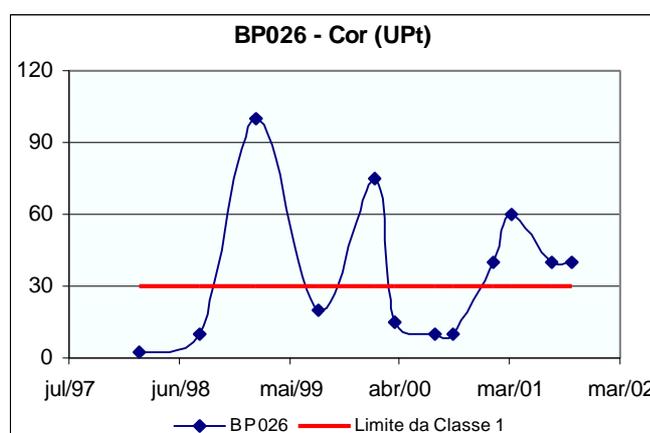
O Rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026) apresentou Índice de Qualidade das Águas médio. Essa condição foi observada em todas as campanhas de 2001 em decorrência sobretudo, de parâmetros característico da contaminação por esgotos sanitários tais como a contagem de coliformes fecais elevada em todas as campanhas e da turbidez nas duas primeiras campanhas.



As concentrações de fosfato total, apesar de ocorrências acima do limite estabelecido na legislação, têm apresentado tendência de se reduzir desde o ano 2000.

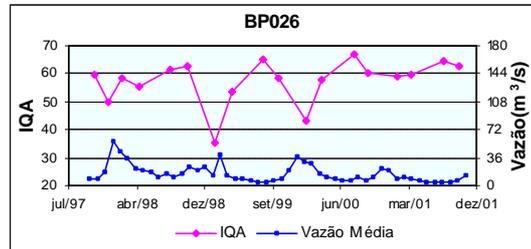
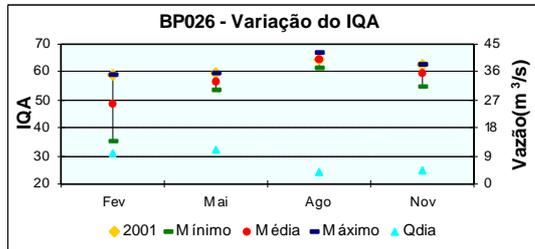


O parâmetro cor apresentou-se acima do limite estabelecido nas quatro campanhas de 2001.

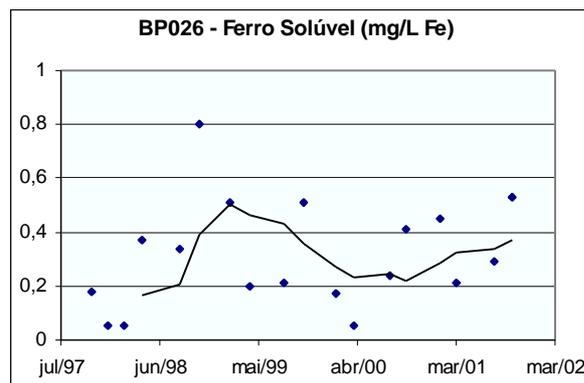
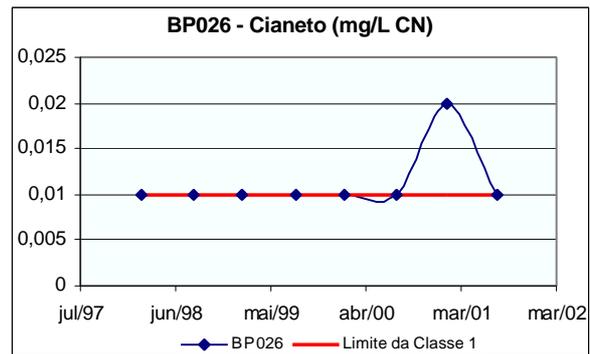
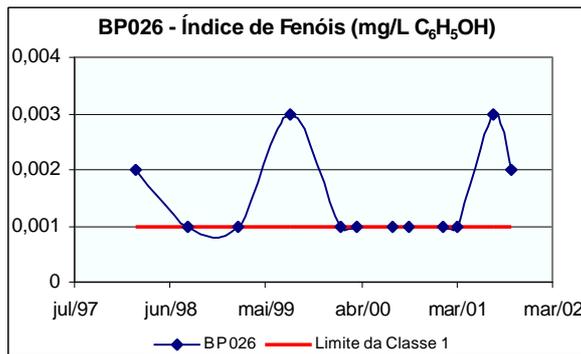


A poluição difusa está bem representada quando se observa que há uma piora no índice de qualidade das águas quando há um aumento da vazão no Rio Camapuã na cidade de Jeceaba (BP026). Pode-se observar também que

na maioria das campanhas realizadas em 2001 o IQA resultou em valores semelhantes aos máximos ocorridos até então.



A contaminação por tóxicos alta foi observada em função do índice de fenóis com concentração três vezes acima do limite estabelecido na legislação na terceira campanha de 2001. Verificou-se também a ocorrência de elevada concentração de cianeto, duas vezes acima do padrão da legislação, na primeira campanha. Esses parâmetros, bem como a ocorrência de ferro solúvel no período chuvoso, podem estar associados à presença de siderúrgicas no município de Jeceaba,.

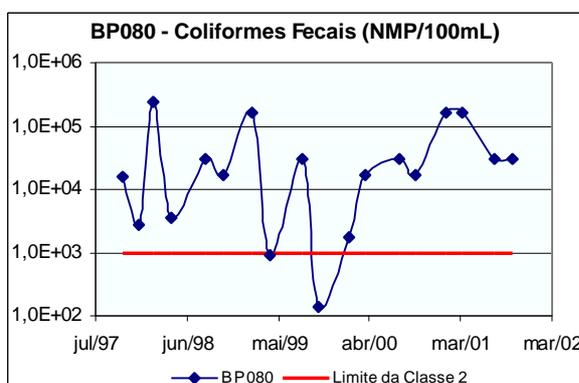
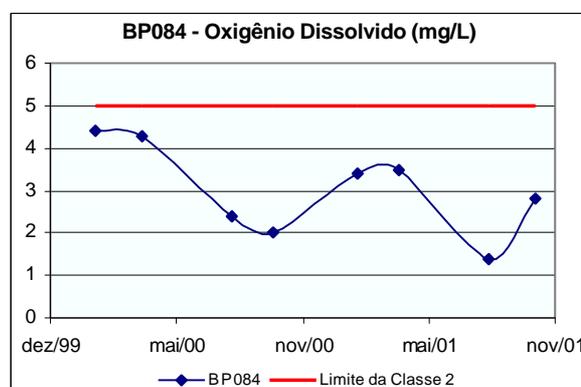
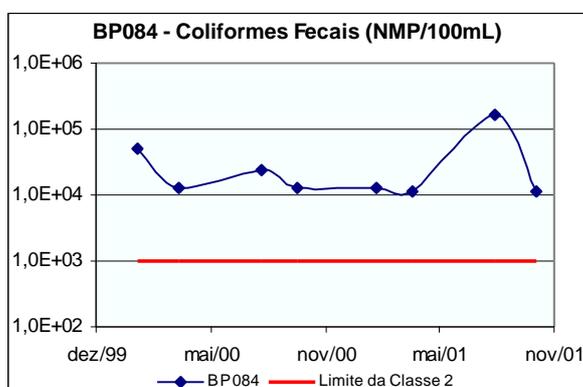


## Rio Maranhão

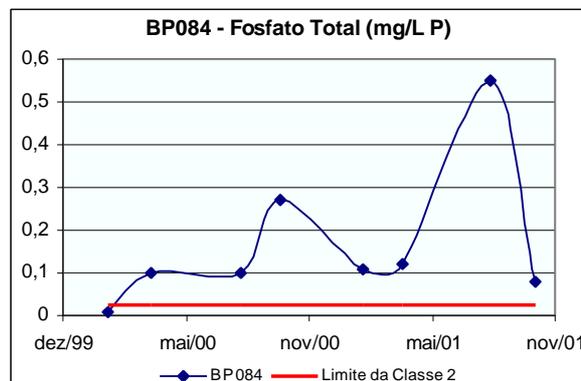
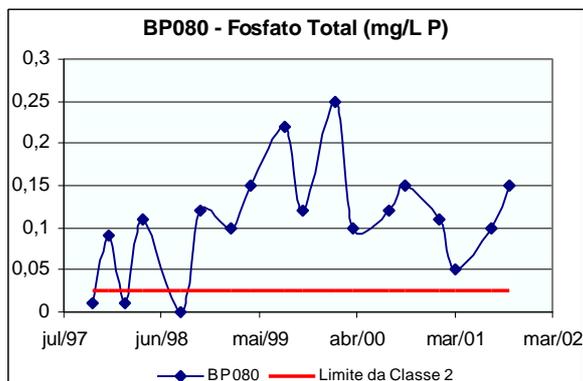
### UPGRH SF3

Estações de Amostragem: BP080 e BP084

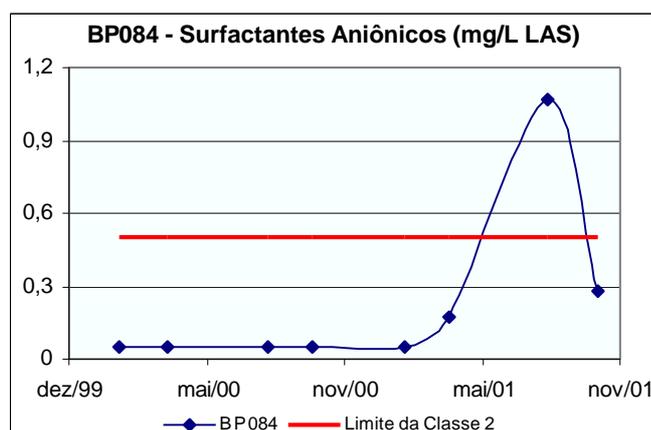
O Índice de Qualidade das Águas apresentou-se ruim no Rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084), onde se evidenciou a presença mais acentuada de materiais orgânicos na 3ª campanha, e próximo de sua foz com o Rio Paraopeba (BP080). Destaca-se que o ponto BP080, que apresentou em 2000 índice de qualidade médio, passou a registrar em 2001 qualidade ruim. Destaca-se também que a qualidade apresentou-se ruim em todas as campanhas no ponto BP084, decorrente dos valores de coliformes fecais e oxigênio dissolvido e nas primeira e segunda campanhas, no ponto BP080, decorrente sobretudo dos altos valores de coliformes fecais.

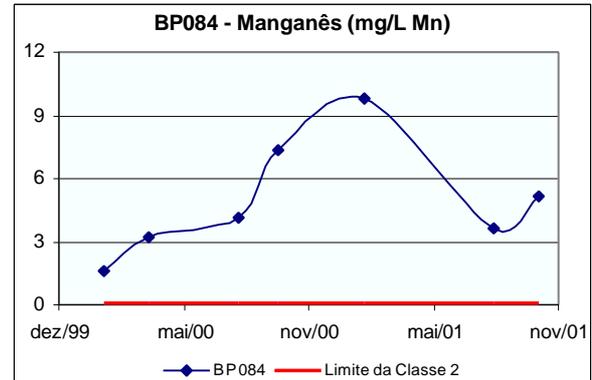
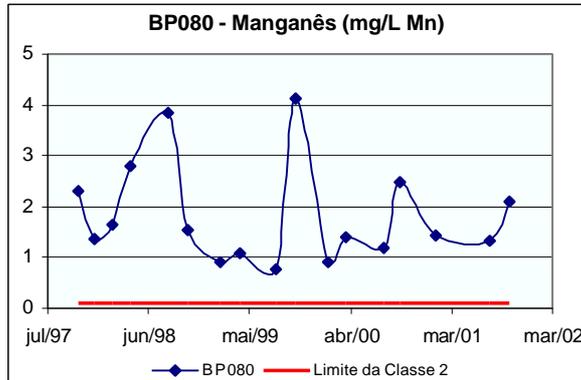


Os dois trechos do Rio Maranhão apresentaram valores críticos de fosfato total, sendo que o Rio Maranhão próximo de sua foz com o Rio Paraopeba (BP080) e o Rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) chegaram a apresentar concentrações cinco e dezoito vezes, respectivamente, maiores que o limite estabelecido pela legislação.

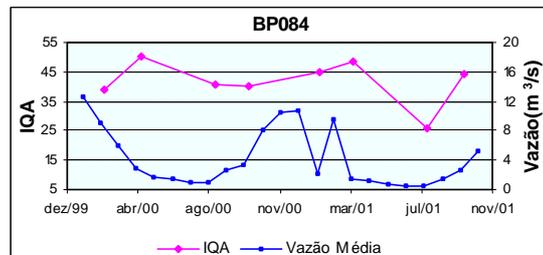
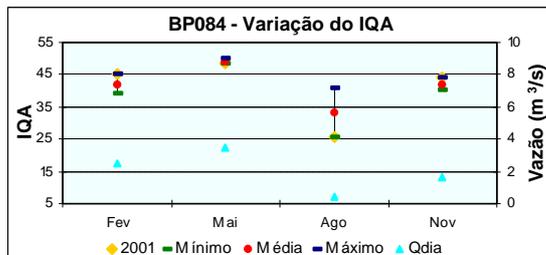
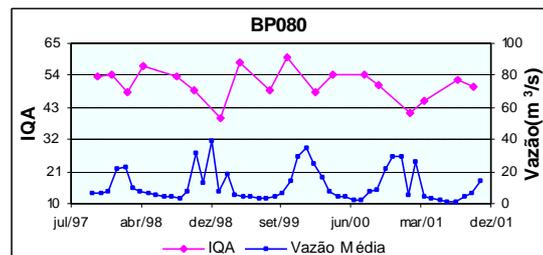
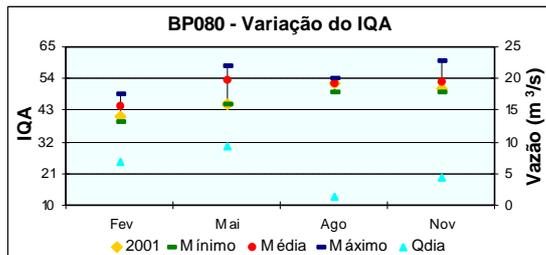


Houve a incidência de surfactantes aniônicos superior ao limite de classe permitido na legislação, no Rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) com valor de 1,07mg/L LA.

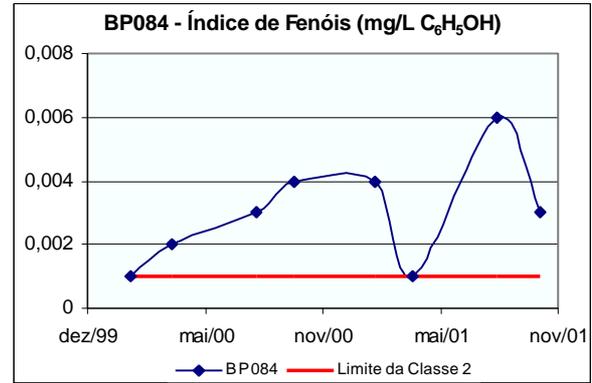
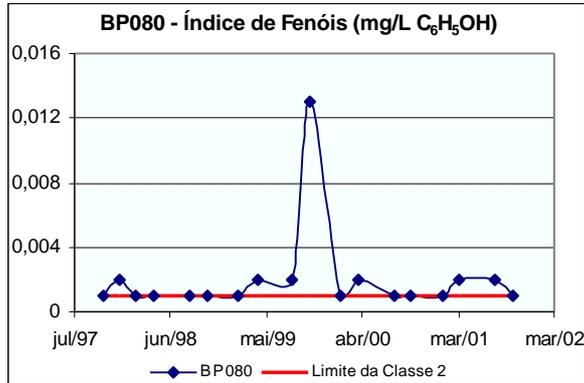




A vazão média mensal ao longo dos anos de monitoramento demonstra que na maioria dos períodos onde há aumento da vazão fluviométrica no Rio Maranhão próximo de sua foz com o Rio Paraopeba (BP080) há uma piora no índice de qualidade das águas. No Rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084) não foi possível observar uma correlação direta entre a vazão e o IQA, possivelmente em função do pequeno período de monitoramento.



A contaminação por tóxicos foi alta no Rio Maranhão na localidade de Gagé (BP084), devido ao índice de fenóis alto em três campanhas e média próximo de sua foz com o Rio Paraopeba (BP080) devido a concentração de índice de fenóis característica de contaminação média em duas campanhas.



No Rio Maranhão associam-se as pressões decorrentes aos esgotos sanitários e efluentes industriais, principalmente ao ramo metalúrgico, de mineração e de atividades agrícolas.

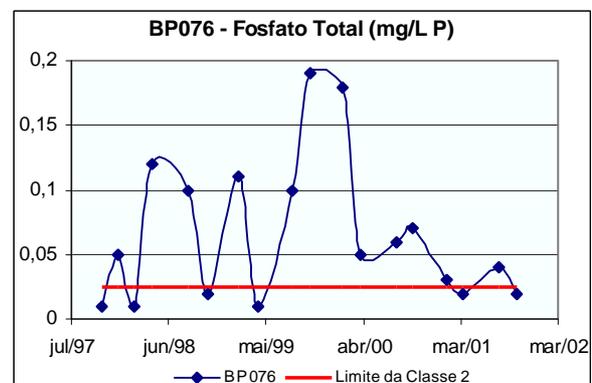
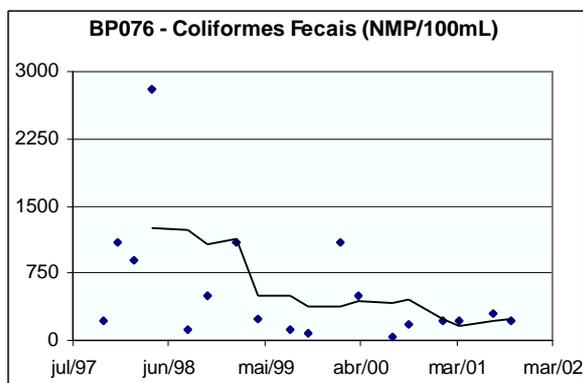
### Ribeirão dos Macacos

#### UPGRH SF3

#### Estação de Amostragem: BP076

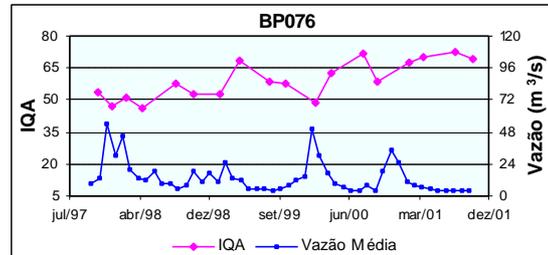
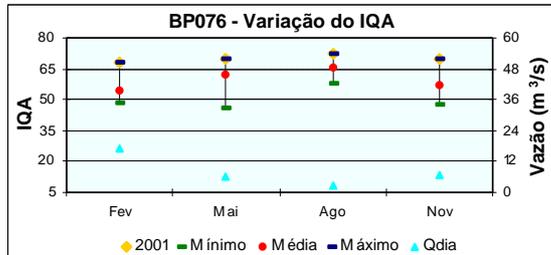
O Ribeirão dos Macacos próximo de sua foz no Rio Paraopeba (BP076) apresentou Índice de Qualidade das Águas bom nas segunda e terceira campanhas de 2001, sendo o resultado final médio, porém bem próximo do nível de qualidade bom.

Ao longo de toda a bacia do Rio Paraopeba, o Ribeirão dos Macacos apresentou uma das condições mais favoráveis quanto ao nível de coliformes fecais, sendo este inferior ao limite de classe em todas as campanhas de 2001. Pode-se observar que vem ocorrendo a redução desse parâmetro ao longo dos anos. A concentração de fosfato total só foi elevada nas primeira e terceira campanhas de 2001.

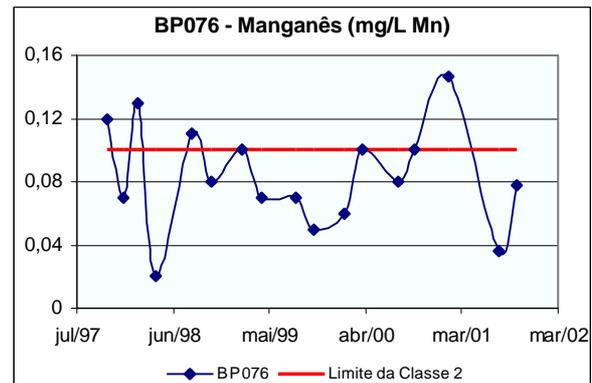
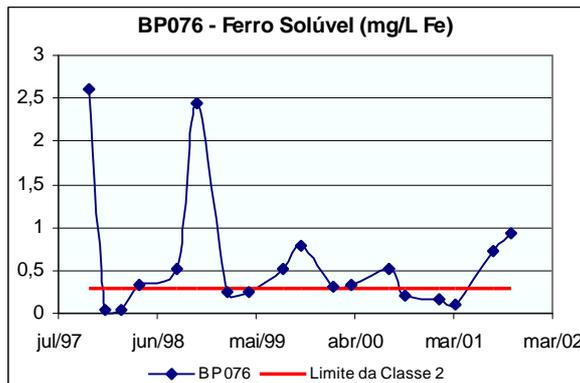


Desde 1999, é possível identificar a poluição difusa no Ribeirão dos Macacos próximo de sua foz no Rio Paraopeba (BP076) quando se observa

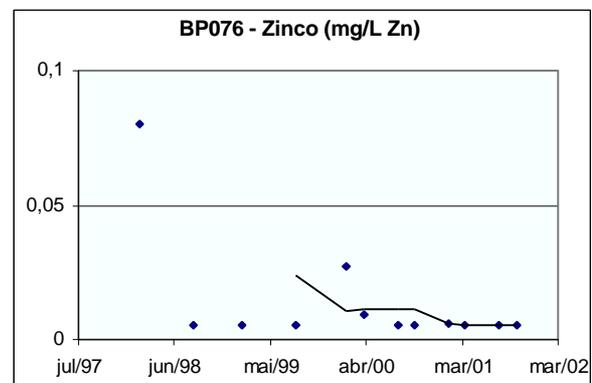
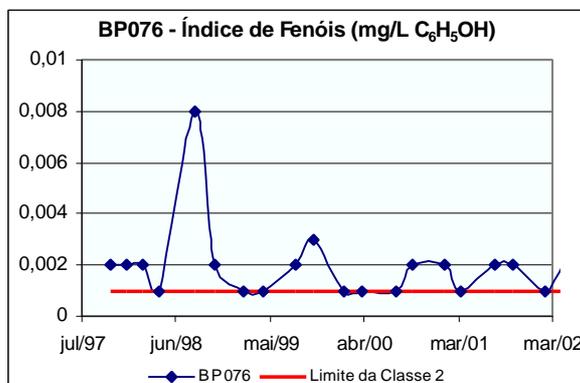
que quando a vazão aumenta nesse curso d'água o índice de qualidade das águas piora. Em todas as campanhas do ano 2001 verificou-se que o IQA foi o melhor já ocorrido no período de monitoramento.



Com relação aos metais verificou-se ocorrências acima dos limites da legislação de ferro solúvel e manganês, que podem estar relacionadas as atividades minerárias dos municípios de Inhaúma, Fortuna de Minas e Cachoeira da Prata.



A contaminação por tóxicos foi média em função das concentrações de índice de fenóis acima do limite de classe em três campanhas e zinco na quarta campanha, o qual também é possível observar um aumento no ano 2001. Apesar disso os resultados dos ensaios de toxicidade não apontaram a presença de substâncias tóxicas em concentrações capazes de causar efeito tóxico.

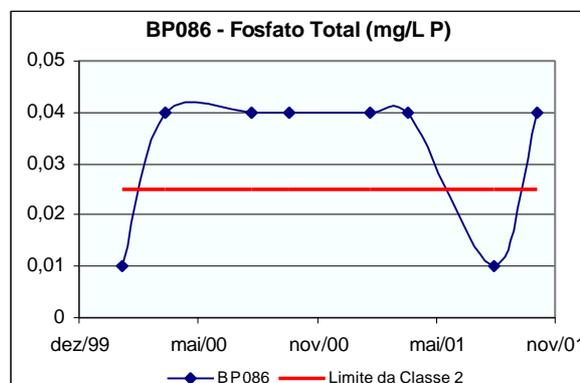
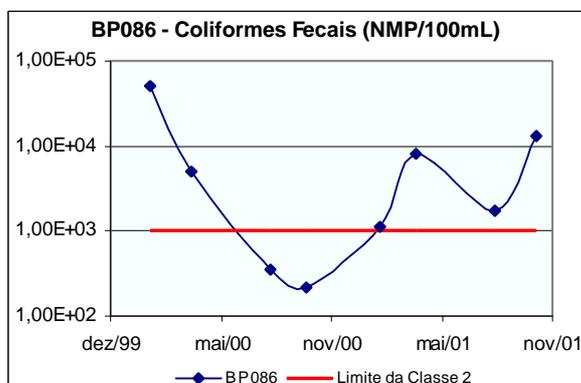


## Ribeirão Sarzedo

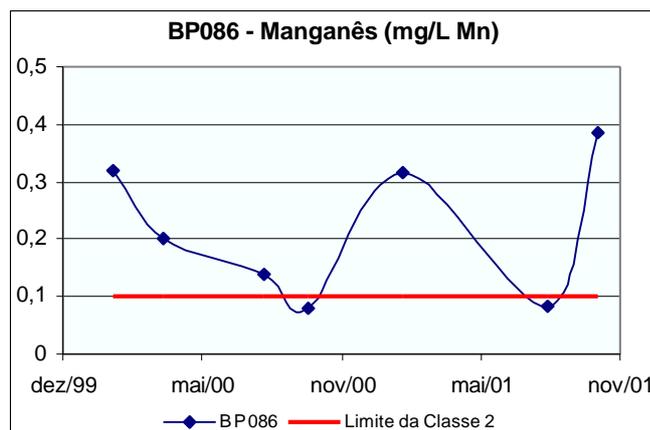
### UPGRH SF3

#### Estação de Amostragem: BP086

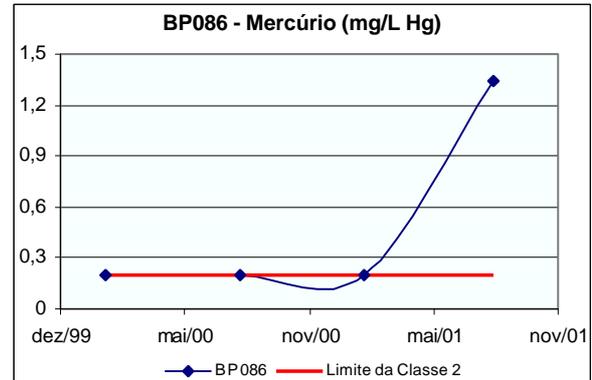
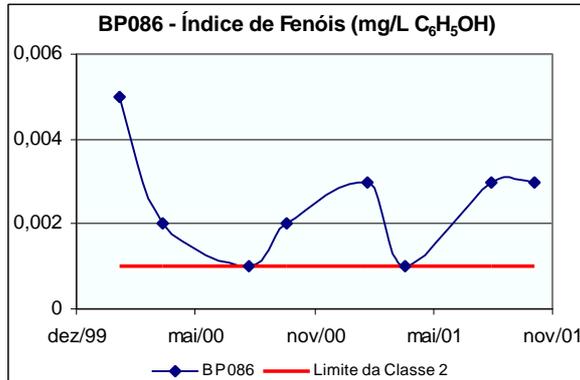
No Ribeirão Sarzedo próximo de sua foz no Rio Paraopeba (BP086) foi constatado Índice de Qualidade das Águas médio em todas as campanhas de 2001. O principal responsável por essa condição foi o parâmetro coliformes fecais que se apresentou acima do limite estabelecido na legislação em todas as campanhas. Destacou-se também com ocorrências acima do padrão as concentrações de fosfato total em três campanhas de 2001.



Pode-se observar também a ocorrência de manganês acima do padrão da legislação sobretudo no período chuvoso.



A contaminação por tóxicos alta ocorreu devido ao índice de fenóis alto em três campanhas e concentração de mercúrio de 1,3?g/L na terceira campanha, enquanto a legislação estabelece um limite de 0,2?g/L Hg. Esta ocorrência pode estar relacionada a presença de garimpos na região.



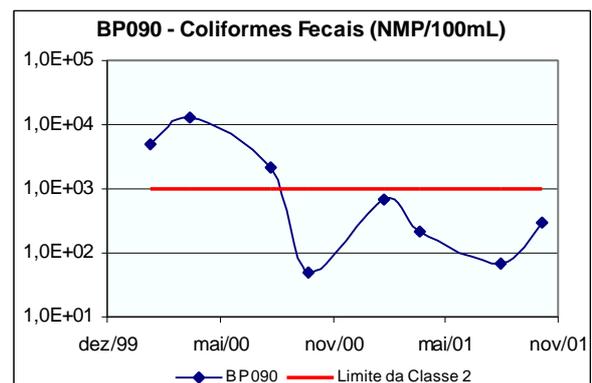
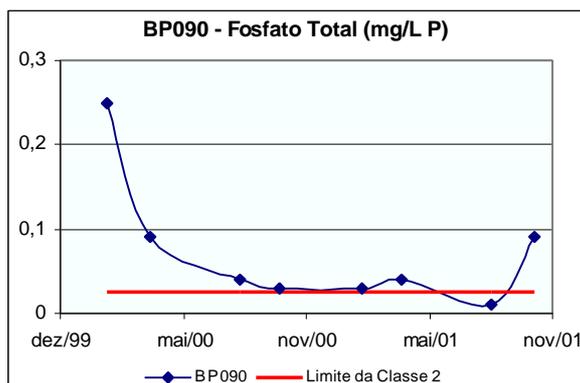
### Ribeirão Grande

#### UPGRH SF3

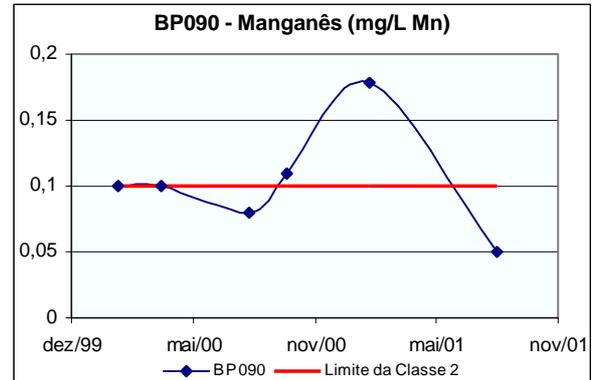
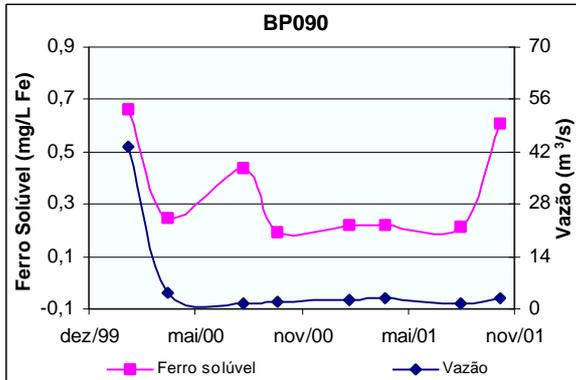
#### Estação de Amostragem: BP090

O Ribeirão Grande a montante de sua confluência com o Córrego Capão Grosso (BP090) apresentou Índice de Qualidade das Águas médio no ano 2001, sendo que na terceira campanha desse mesmo ano o índice de qualidade foi bom.

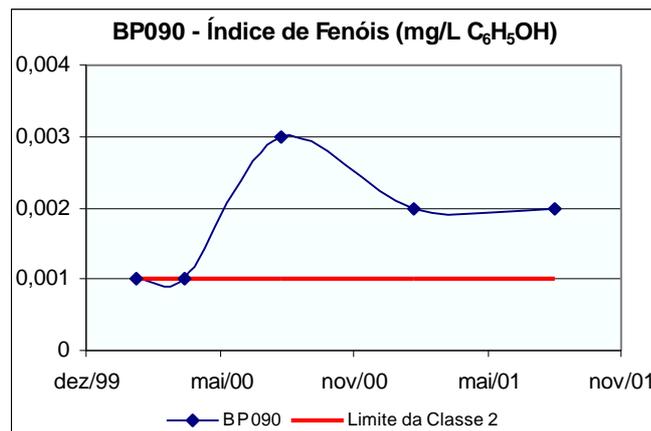
Com relação aos parâmetros sanitários observou-se a ocorrência de fosfato total acima do padrão da legislação na maioria das campanhas do ano 2001. A contagem de coliformes fecais foi inferior ao limite de classe em todas as campanhas diferentemente do observado no ano 2000.



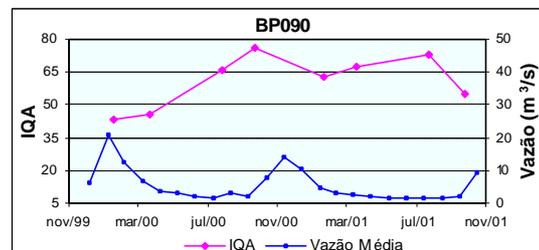
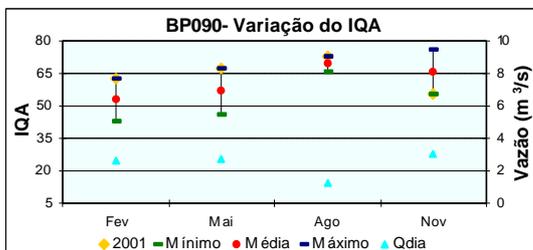
As ocorrências de ferro solúvel estão associadas ao período chuvoso e pôde-se observar também a ocorrência de manganês na primeira campanha do ano 2001.



A contaminação por tóxicos foi baixa para todos os parâmetros, exceto índice de fenóis que ultrapassou os limites estabelecidos na legislação nas primeira e terceira campanhas do ano 2001, resultando na contaminação por tóxicos média nesse ano.



De um modo geral, apesar de se ter poucos resultados no Ribeirão Grande a montante de sua confluência com o Córrego Capão Grosso (BP090), foi possível observar uma piora no índice de qualidade das águas quando há o aumento da vazão, isto é, no período chuvoso.





Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### **9. Avaliação Ambiental em 2001**

**SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA**  
**Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001**

**Curso d'água: Rio Paraopeba**

**UPGRH: SF3**

**Estações de amostragem: BP079, BP027, BP029, BP036, BP068, BP070, BP072, BP082, BP083, BP078**

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
<p>Atividades Industriais</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Alimentícias</li> <li>● Siderúrgicas</li> </ul>	<p>Coliformes fecais, fosfato total, amônia não ionizável, cor e turbidez.</p> <p>Índice de fenóis, amônia não ionizável, sólidos em suspensão, ferro solúvel e manganês.</p>	<p>Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das Indústrias de Cristiano Otoni.</p> <p>Implantar ou adequar os sistemas de controle ambiental das indústrias localizadas nos municípios de Itatiaiuçu e Curvelo.</p>
<p>Atividades Minerárias</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Extração de minerais não metálicos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Areia, argila, caulim e ardósia</li> </ul> </li> <li>● Extração de minerais metálicos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manganês e ferro</li> </ul> </li> <li>- Ouro</li> </ul>	<p>Sólidos em suspensão, turbidez, ferro solúvel e manganês.</p> <p>Ferro solúvel, manganês, sólidos em suspensão e turbidez.</p> <p>Sólidos em suspensão e mercúrio.</p>	<p>Implantar ou adequar os sistemas de controle ambiental das mineradoras localizadas nos municípios de Betim, Belo Vale, Brumadinho, Esmeraldas e Ibirité.</p> <p>Implantar ou adequar os sistemas de controle ambiental das mineradoras localizadas nos municípios de Queluzita, Belo Vale, Brumadinho, Itatiaiuçu, Igarapé, Juatuba, Mateus Leme e Curvelo.</p> <p>Verificar <i>in loco</i> possibilidade de garimpagem clandestina no Rio Paraopeba nos municípios de Congonhas e Jeceaba.</p>

**SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA**  
Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001

**Curso d'água: Rio Paraopeba**

**UPGRH: SF3**

**Estações de amostragem: BP079, BP027, BP029, BP036, BP068, BP070, BP072, BP082, BP083, BP078**

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
<p>Atividades de Infra-Estrutura</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saneamento básico</li> </ul>	<p>Coliformes fecais, cor, fosfato total, amônia não ionizável, índice de fenóis, sólidos em suspensão, surfactantes aniônicos e turbidez.</p>	<p>Dar seqüência às ações de saneamento, em curso, junto aos municípios de Entre Rios de Minas, São Brás de Suaçui, Brumadinho, São Joaquim de Bicas, Igarapé, Florestal e Juatuba.</p> <p>Promover gestões junto às Prefeituras de Casa Grande, Cristiano Ottoni, Queluzita, Belo Vale, Desterro de Entre Rios de Minas, Moeda Piedade dos Gerais, Bonfim, Crucilândia, Itatiaiuçu, Ibitité, Mário Campos, Rio Manso, Sarzedo, Mateus Leme, São José da Varginha, Pequi, Caetanópolis, Maravilhas, Papagaios, Paraopeba, para implementação de obras de saneamento básico.</p>

**SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA**  
**Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001**

**Curso d'água: Rio Maranhão**  
**UPGRH: SF3**  
**Estações de amostragem: BP080 e BP084.**

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
Atividades Industriais <ul style="list-style-type: none"> <li>● Alimentícias</li> <li>● Siderúrgicas</li> </ul>	Coliformes fecais, fosfato total, OD e DBO.  Índice de fenóis, ferro solúvel e manganês.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias alimentícias localizadas em Conselheiro Lafaiete.  Adequar o sistema de controle ambiental de siderúrgica localizada em Ouro Branco.
Atividades Minerárias <ul style="list-style-type: none"> <li>● Extração de minerais metálicos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ferro e manganês</li> </ul> </li> </ul>	Ferro solúvel e manganês.	Implantar ou adequar os sistemas de controle ambiental das mineradoras localizadas nos municípios de Conselheiro Lafaiete, Congonhas e Ouro Branco.
Atividades de Infra-Estrutura <ul style="list-style-type: none"> <li>● Saneamento básico</li> </ul>	Coliformes fecais, OD, DBO, fosfato total, surfactantes aniônicos e índice de fenóis.	Promover gestões junto às Promotorias de Congonhas e Conselheiro Lafaiete para implantação/adequação das estações de tratamento de efluentes sanitários dos referidos núcleos urbanos.

**SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA**  
**Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001**

**Curso d'água: Rio Camapuã**  
**UPGRH: SF3**  
**Estações de amostragem: BP026.**

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
Atividades Industriais <ul style="list-style-type: none"> <li>Siderúrgicas</li> </ul>	Ferro solúvel, cianetos e índice de fenóis.	Regularizar a situação ambiental, inclusive passivos ambientais, de indústria siderúrgica localizada no município de Jeceaba.
Atividades de Infra-Estrutura <ul style="list-style-type: none"> <li>Saneamento básico</li> </ul>	Coliformes fecais, fosfato total, cor, turbidez e índice de fenóis.	Dar seqüência às ações de saneamento, em curso, junto ao município de Entre Rios de Minas.  Promover gestões junto às Prefeituras de Jeceaba e Lagoa Dourada para implantação de estações de tratamento de efluentes dos referidos núcleos urbanos.

**SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA**  
**Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001**

**Curso d'água: Ribeirão Sarzedo**  
**UPGRH: SF3**  
**Estações de amostragem: BP086.**

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
Atividades Minerárias <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extração de minerais metálicos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ouro</li> </ul> </li> </ul>	Mercúrio e manganês.	Atuar para regulamentação de possíveis atividades clandestinas de extração de ouro no Ribeirão Sarzedo.
Atividades de Infra-Estrutura <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saneamento básico</li> </ul>	Coliformes fecais, fosfato total e índice de fenóis.	Promover ação junto à Prefeitura e Promotoria Pública de Ibirité para implantação de estação de tratamento de esgotos.

**SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA**  
**Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001**

**Curso d'água: Rio Betim**  
**UPGRH: SF3**  
**Estações de amostragem: BP071 e BP088.**

FATORES DE PRESSÃO	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO	AÇÕES DE CONTROLE
<p>Atividades Industriais</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Alimentícias</li> <li>● Têxteis</li> <li>● Siderúrgicas</li> </ul>	<p>DBO, fosfato total, nitrogênio amoniacal, sólidos em suspensão e surfactantes aniônicos.</p> <p>Surfactantes aniônicos, sólidos em suspensão, DBO, pH e índice de fenóis.</p> <p>Amônia não ionizável, índice fenóis, manganês e sólidos em suspensão.</p>	<p>Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental dos matadouros localizados nos municípios de Betim e Contagem.</p> <p>Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das indústrias têxteis localizadas em Betim.</p> <p>Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das siderúrgicas localizadas no município de Betim.</p>
<p>Atividades de Infra-Estrutura</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Saneamento básico</li> </ul>	<p>DBO, OD, fosfato total, nitrogênio amoniacal, surfactantes aniônicos, coliformes fecais, sólidos em suspensão, turbidez e índice de fenóis.</p>	<p>Promover gestão junto à Prefeitura e Promotoria Pública do município de Betim para adequação do sistema de tratamento de esgotos sanitários do referido núcleo urbano.</p>

**SUB-BACIA DO RIO PARAÓPEBA**  
**Qualidade das Águas – Avaliação Ambiental 2001**

**Curso d'água: Ribeirão dos Macacos**  
**UPGRH: SF3**  
**Estações de amostragem: BP076.**

Fatores de Pressão	Indicadores de Degradação	Ações de Controle
Atividades Industriais <ul style="list-style-type: none"> <li>● Têxtil</li> <li>● Siderúrgicas</li> </ul>	Zinco, índice de fenóis, fosfato total e sólidos em suspensão.  Índice de fenóis, ferro solúvel, sólidos em suspensão e manganês.	Adequar o sistema de controle ambiental na indústria têxtil localizada em Cachoeira da Prata.  Implantar e/ou adequar o sistema de controle ambiental das indústrias siderúrgicas localizadas no município de Sete Lagoas.
Atividades Minerárias <ul style="list-style-type: none"> <li>● Extração de minerais não metálicos</li> </ul>	Ferro solúvel, manganês e sólidos em suspensão.	Adequar e/ou regularizar os sistemas de controle ambiental das mineradoras localizadas nos municípios de Inhaúma, Fortuna de Minas e Cachoeira da Prata.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### **10. Ações de controle decorrentes do monitoramento em 2000 na Bacia do Rio São Francisco**



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

### AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Abaeté	Matadouros e Frigoríficos	Vistoria para verificar a situação ambiental. Foi aplicada multa por: ausência de ETE; os efluentes líquidos, o sangue e o conteúdo de buchas e tripas vêm sendo dispostos em áreas agrícolas e o esgoto sanitário é lançado diretamente no Ribeirão Marmelada.
Belo Horizonte	Unidade industrial de preparação e aglomeração de minerais não metálicos	Parecer Técnico favorável à análise da solicitação de Licença de Instalação pelo COPAM, assegurando a não emissão fora dos padrões da legislação ambiental vigente.
	Recuperação de Área Minerada.	Certificado de Licença de Instalação, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Posto de abastecimento.	Aplicado Auto de Fiscalização, onde foi constatada a seguinte irregularidade: Contaminação de solo e água por óleo combustível, decorrente da operação deficiente do sistema de controle ambiental do posto de abastecimento de locomotivas.
Betim	Indústria Metalúrgica	Em Auto de Fiscalização foi constatado que: As emissões das formas elétricas de fusão de ferro são normais, mas foi exigida a adequação das emissões secundárias da fusão de ferro, que estavam irregulares, às estocas normais. Resíduos produzidos são conduzidos para o aterro industrial. Foram Emitidos Certificados de Licença de Operação e Autos de Fiscalização e de Infração. ambientais para as áreas de desinfetização com cronograma de implantação. Houve parecer jurídico favorável com prazo para cumprimento das condicionantes. Foram emitidos: Certificado de Licença de Operação, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Fabricação de Veículos Automotores, e Peças e Acessórios para Veículos Automotores e para Máquinas Industriais.	Em Auto de Fiscalização foram constatados que: O óleo utilizado nas máquinas foi substituído por óleo solúvel em água, o que diminui a geração do resíduo sólido: serragem. Não havia geração de efluentes líquidos industriais; efluentes sanitários e líquidos de cozinha e refeitório, lançados em curso d'água. Resíduos tipo lixo são recolhidos pela prefeitura e têm como destino final, o aterro sanitário. Houve implantação de bacia de contenção para a área de depósito de containeres, contendo produtos químicos. Foram emitidos Certificados de Licença de Operação e Certificado de Licença Prévia, além de Autos de Infração. LOC concedida, com a seguinte condicionante: implantação de sistema de tratamento dos efluentes sanitários.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

### AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Conselheiro Lafaiete	Usina de Lixo.	Auto de infração constatou a seguinte irregularidade: Descumprimento de determinação do plenário do COPAM prevista na Deliberação Normativa COPAM 52/2001 ao não protocolar o formulário de caracterização do empreendimento -FCE do sistema de destinação de lixo desse município.
Contagem	Fabricação e Montagem de Tratores.	Certificado De Licença de Operação, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Reparação e Manutenção de Máquinas e Aparelhos	Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Fabricação de Material Elétrico Exclusivamente para Veículos.	Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Fabricação de Artigos de Metal não Especificados.	Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Divinópolis	Extração e britagem de granodiorito.	Em vistoria técnica à área do empreendimento, constatou-se: A área encontra-se na mesma situação da vistoria anterior, realizada para subsidiar a análise da licença prévia e não foram implantadas nenhuma das medidas mitigadoras propostas, bem como planta de beneficiamento ou vias de acesso.
Inhaúma	Extração de Quartzo.	Para evolução da frente de lavra, a empresa deve possuir requerimento de licença junto ao IEF para desmate e ocupação de Área de Preservação Permanente.
Itapecerica	Lavra a céu aberto com beneficiamento	Realizado Auto de Fiscalização com as seguintes observações: Amostragem de grande volume, no local da jazida, com a lavra se desenvolvendo em cava, com grande impacto visual; Implantação sugerida de cortina arbórea, entre a vila e a frente de lavra, formada por eucalipto e/ou sansão do campo;
	Exploração de granito.	Realizado Auto de Fiscalização sendo exigida a melhora na manutenção das caixas de óleos e graxas e implantação de bacias de contenção de finos.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

### AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Montes Claros	Matadouros e Frigoríficos.	Publicação do requerimento de Licença de Operação corretiva para matadouro. Encerramento de Processo pelo pagamento da multa efetuada na procuradoria geral do estado. Vistoria, com o objetivo de verificar as instalações de empresa. Parecer jurídico elaborado e decisão de aplicação de multa, no valor de 7000 UFIR. Emissão de relatório para inscrição em dívida ativa.
	Preparação do leite e produção de laticínios.	Vistoria para verificar a situação ambiental. Autuação por descumprir condicionantes do COPAM, quando do licenciamento. Arquivamento do processo de licenciamento ambiental.
	Fábrica de bebidas não alcoólicas.	Foi realizada vistoria em 2001, quando foi constatado que a empresa encontra-se desativada.
	Torrefação e moagem de café.	Vistoria realizada, visando dar continuidade ao processo de Licença de Operação.
	Preparação de óleos e gorduras vegetais.	Vistoria para verificar a situação ambiental da. Autuada com fundamento no decreto 39424/98, artigo 19, parágrafo 1º, item 2. Encaminhamento para inscrição em dívida ativa e cobrança de débito.
	Fábrica de balas e caramelos.	Vistoria realizada, visando dar continuidade ao processo de Licença de Operação.
	Indústria Têxtil	Vistoria efetuada com o objetivo de verificar as instalações da empresa e situação ambiental. Foram enviados ofícios informando irregularidades perante a FEAM/COPAM e aplicadas multas. Encaminhamento de RCA (relatório de controle ambiental) e abertura de processo para inscrição em dívida ativa e cobrança de débito.
	Indústria da Madeira	Vistoria para verificar a situação ambiental e relatório contendo programa de manejo florestal visando a infiltração e retenção de água de chuva em solos e plantações de eucalipto.
	Depósito de Combustíveis	Vistoria realizada com o objetivo de verificar as instalações da empresa, tendo em vista o acompanhamento dos serviços de desmontagem dos equipamentos da base de armazenamento. Comunicado de concessão "ad referendum". Parecer técnico, favorável à concessão de Licença de Operação, pelo prazo de 8 anos.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

### AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Nova Lima	Extração e Beneficiamento de Metais e Pedras Preciosas	Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Papagaios	Extração e beneficiamento de ardósia.	Realizado Auto de Fiscalização onde foi exigido: O envio de cópia do Certificado de Outorga de águas (IGAM) e do resultado de análise do efluente coletado em saídas dos tanques de sedimentação; implantação de uma pesquisa em uma cava fechada e de bacia de contenção de finos à jusante da pesquisa; implantação de depósito de estéril e rejeitos (limites demarcados e avanço ascendente) e implantação de caixa de óleo, graxa e sucata que deve ser impermeabilizada e coberta; tratamento de efluente da serraria e troca de óleo combustível, onde deverá ser implantado sistema de segurança por vazamento, além de ostensivo trabalho de reflorestamento e, por fim, comparecimento a FEAM, p/ discussão de: projeto de reflorestamento, projeto de exploração e limite de depósitos de rejeitos/ estéril. Emitidos Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Pará de Minas	Extração e beneficiamento de agalmatolito.	Auto de Fiscalização constatou: A mina encontra-se em desenvolvimento, sendo o método de lavras “câmaras e pilares” com galerias desenvolvidas que somam 2Km. Sobre a drenagem há 2 sistemas de bombeamento com toda água da mina subterrânea indo para o sistema de drenagem com 5 bacias em série.
Prudente de Moraes	Têmpera e Cimentação de Aço e Serviços Galvanotécnicos	Auto de Fiscalização.
Rio Acima	Extração de Minério de Metais Não Ferrosos	Auto de Fiscalização.
	Canalização de córrego.	Auto de infração constatou as seguintes irregularidades; Não atendimento à convocação da FEAM, para licenciamento ambiental da canalização do córrego a jusante da rua Artur Duarte, no município do Rio Acima.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

### AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Santa Luzia	Produção de Forjados de Aço.	Auto de Infração.
	Produção de Fornos, Moldes e Peças Fundidas.	Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
	Moagem de trigo	Encaminhamento de documentos referentes a especificações técnicas do grupo gerador Diesel instalado na empresa. Realizada vistoria para verificar a situação ambiental e requerido preenchimento de FCE para revalidação de Licenças de Operação.
	Fábrica de papel, papelão, cartolina e cartão.	Vistoria feita com o objetivo de acompanhar o processo de licenciamento e acompanhar o processo de licença de operação corretiva. Concessão de Certificado de Licença de Operação, com condicionantes.
	Fábrica de sabões, detergentes e glicerina.	Vistoria para verificação ambiental da empresa. Parecer técnico sugere a aplicação de penalidades em virtude de irregularidades constatadas.
	Loteamento do solo urbano.	Aplicado Auto de Fiscalização em quatro loteamentos, onde foram constatadas as seguintes irregularidades: Nenhum deles possui a pertinente Licença de Instalação do COPAM. Verificou-se a abertura do sistema viário sem pavimentação, a demarcação de lotes, construção e ocupação de unidades residenciais e instalação da rede de distribuição de energia elétrica e/ou de água.
Sete Lagoas	Fabricação de Veículos Automotores	Auto de Fiscalização.
	Produção de Lã de Aço.	Auto de Fiscalização.
	Fábrica de massas alimentícias e biscoitos.	Vistoria para verificar a situação ambiental. Auto por descumprimento de condicionante e por instalar, construir, testar ou ampliar atividade efetiva ou potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente sem LI; emitir ou lançar efluentes líquidos, gasosos ou resíduos sólidos, causadores de degradação ambiental, em desacordo com o estabelecido nas Deliberações Normativas e dar início ou prosseguir atividade efetiva ou potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente, sem a Licença de Operação. Convocação para início do processo de licenciamento ambiental corretivo. Comunicado de Auditoria.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

### AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Unaí	Extração de minerais para Fabricação de Adubos e Fertilizantes e para Elaboração de Outros Produtos Químicos.	Auto de Fiscalização.
Arinos, Unaí, Arcos e Doresópolis.	Tratamento de esgoto.	Em Auto de Infração, foram constatadas as seguintes irregularidades: Implantação da ETE foi executada sem a devida licença ambiental e descumprimento de determinação formulada pela câmara de infra-estrutura referente ao envio dos resultados de monitoramento da ETE já licenciada, além do exercício da atividade em desacordo com as condições estabelecidas na Licença de Operação.
Betim e Ibirité	Geração e Fornecimento de Energia Elétrica.	Foram aplicados Autos de Fiscalização e de Infração, aplicando-se penalidade de multa, por terem sido cometidas as seguintes infrações: Descumprimento de determinação formulada pelo plenário do COPAM, por câmara especializada, ou por órgão seccional de apoio, inclusive Planos de Controle Ambiental, de medidas mitigadoras, de monitoração, ou equivalentes, aprovadas quando do licenciamento além da instalação, construção, teste ou ampliação de atividade efetiva ou potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente sem Licença de Instalação.
Betim e Ouro Branco	Indústria Siderúrgica	Em Auto de Fiscalização foi constatado que houve implantação de equipamentos conforme a Licença de Instalação, e os processos de controle de poluição foram implantados conforme previsto no PCA. Esgotos sanitários são tratados na Estação de tratamento de esgoto, operando com eficiência satisfatória. Foram exigidos projetos de melhorias ambientais para as áreas de desinfecção com cronograma de implantação. Houve parecer jurídico favorável com prazo para cumprimento das condicionantes. Foram emitidos: Certificado de Licença de Operação, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Brasília de Minas e Campo Azul	Construção de Barragens.	Foi constatada a Continuação da instalação do empreendimento Barragem de São Gregório, Município de Campo Azul, vencida a Licença de Instalação (LI). Ante a ausência de argumentos jurídicos capazes de descaracterizar a infração cometida, foi encaminhado o processo à Câmara de Atividades de Infra-estrutura (CAIE) do COPAM, sugerindo a aplicação de multa.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

### AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Brumadinho, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Itatiaiuçú, Mateus Leme, Raposos, Ouro Preto, Nova Lima e Itabirito.	Extração e Beneficiamento de Minério de Ferro	Em Auto de Fiscalização, foi constatado: A barragem de captação, localizada no córrego seco, é desassoreada e possui carga de sedimentos considerada normal; trabalhos de sondagem em dique de contenção de sedimentos, para implantação de piezômetros; a cobertura vegetal das pilhas de material estéril apresentava - se mais espessa do que na vistoria anterior. Foram concluídas as obras finais da erosão, necessitando completar a cobertura vegetal na parte decapeada. Como controle ambiental foram construídas leiras de proteção no terreno natural, na base da pilha de Sinter feed. Foram emitidos: Certificado de Licença Prévia, Certificado de Licença de Instalação, Certificado de Licença de Operação e Revalidação e Autos de Infração e de Fiscalização.
Divinópolis, Itaúna, Pará de Minas, Cláudio, Nova Serrana, Carmo da Mata e Bom Despacho.	Aterros Sanitários e Usinas de Triagem e Compostagem de lixo.	Vistorias nos depósitos de lixo e elaboração de Laudos Periciais, com recomendações técnicas, referentes às condições de disposição final de lixo;
Divinópolis, Itaúna e Piracema.	Tratamento de Esgoto.	Envio de ofício às Prefeituras Municipais, solicitando ações de saneamento básico, relacionadas ao sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários; Vistorias e envio de laudos técnicos ao Ministério Público com recomendações técnicas relacionadas à priorização de ações de interceptação e tratamento de esgotos. Estação de Tratamento de Esgoto – ETE em processo de licenciamento.
Ibirité e Itaúna	Lavra e beneficiamento de gnaíse.	Realizado Auto de Fiscalização, foi verificado que as bacias de contenção operam satisfatoriamente, tendo que ser realizada a limpeza de vertedouros na barragem e deverá ser canalizada a drenagem de modo a impedir a erosão do aterro. A areia produzida é lavrada utilizando parte do estéril de mina e os finos, são carregados por águas pluviais, que são amontoados e lavados para a produção de areia. Deverá haver revegetação dos taludes e a drenagem de mina dirigida p/ as barreiras de contenção, evitando assoreamento de cursos d'água.
Igarapé, Itabirito, Nova Lima, Ouro Preto, Sabará. Congonhas, Ibirité, Itatiaiuçú, Belo Vale,	Exploração de Minério de Ferro.	Através de fiscalização e vistorias realizadas em várias empresas, foram constatadas irregularidades. Para tanto, foram aplicados Autos de Fiscalização e Autos de Infração, além da exigência do cumprimento de certas medidas, como: Alçamento das barragens de rejeitos e barragens auxiliares, além da limpeza de bacias e "sumps" assoreados; lançamento de solo em parte da área de proteção lateral, recobrimo rejeitos; coleta correta de efluente das fossas; em áreas erodidas, construção de dois anteparos e planejamento da vegetação dos bancos remanescentes e taludes da estrada de acesso. Nas empresas que obtiveram Certificados de Licença de Instalação e de Operação e Revalidação, foi constatado que: Em área mineira, a drenagem era satisfatória; o Monitoramento Ambiental: foi apresentado modelo de relatório de monitoramento, o qual está sendo implantado; os Córregos Couve e Samambaia apresentando reabilitações exemplares e reabilitação do Córrego Pacheco, que se encontra em andamento; a barragem do córrego Taquaras apresenta obras de limpeza da fundação em fase final de conclusão.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

### AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Inhaúma e Inimutaba	Extração de Minérios de Materiais não Ferrosos.	Certificado de Licença de Instalação, Certificado de Licença Prévia, Auto de Fiscalização
Lagoa Santa, Santa Luzia, Sete Lagoas.	Matadouros e Frigoríficos	Vistoria para verificar a situação ambiental e em atendimento à denúncia de vazamentos de amônia; Licença de Operação Corretiva e paralisação do Processo de Licenciamento; relatório de automonitoramento referente à disposição de resíduos sólidos em atendimento ao relatório de vistoria.
	Matadouros e Frigoríficos	Vistoria para verificar a situação ambiental, para posterior emissão de Certificado de Licença.
Matosinhos, Pedro Leopoldo, Santa Luzia, Sete Lagoas.	Indústrias de Preparação do leite e produção de laticínios.	Vistoria para verificar a situação ambiental, convocações ao licenciamento, multa devido à emissão de efluentes líquidos, gasosos e resíduos sólidos, em desacordo com as deliberações e por não possuir Licença de Operação. Liberação de implantação do projeto de medidas de gestão em atendimento às condicionantes das licenças ambientais vinculadas ao projeto Minas Ambiente – Laticínios, além da implantação do projeto "Modificação do Processo Produtivo para Redução de Carga Orgânica Poluidora e Aproveitamento de Subprodutos" e de "Gerenciamento de Resíduos Sólidos".
Matosinhos. Vespasiano, Sete Lagoas, Pedro Leopoldo, Ouro Preto e Lagoa Santa.	Extração e beneficiamento de calcário.	Relatório de vistoria observou um adensamento vegetacional com espécies nativas, limpeza de canaleta de escoamento pluvial e esgotamento da piscina junto às benfeitorias da RPPN. No Relatório de Vistoria também constaram as seguintes exigências: As empresas deverão fazer separação e derivação do lixo; vegetar a pilha de estéril já estabilizada; acertar a declividade das bancadas da cava para o devido escoamento das águas pluviais e melhorar sistema de controle de pó.
Nova Lima e Sabará.	Metalurgia dos Metais Preciosos.	Certificado de Licença, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Paracatu e Nova Lima	Aterro Sanitário.	Descumprir condicionantes formuladas pela CIF/COPAM tais como: sistema de tratamento do percolado sem o devido funcionamento, falta de balança rodoviária e cinturão verde, conforme previsto e não implementação das medidas propostas para remediação do antigo depósito de lixo além do início das obras de implantação do aterro sanitário norte sem a Licença de Instalação e dar início à operação do empreendimento sem Licença de Operação.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

### AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Ribeirão das Neves, Pedro Leopoldo e São Roque de Minas.	Extração de Argila.	Implantação de pátio de manutenção, com caixas de óleos e graxas e estocagem em local apropriado de pneus, vasilhas de óleo, plásticos, etc; Deverá haver reflorestamento e reposição de mudas que não "vingaram". Foram emitidos Certificados de Licença de Instalação e Auto de Fiscalização.
Ribeirão das Neves, Esmeraldas, Betim e Cachoeira da Prata.	Exploração de Areia.	Realizado Auto de Fiscalização, onde foi constatado que: Deve ser iniciado plantio nas áreas de preservação permanente, bem como seu cercamento, além de um maior adensamento na área ciliar já plantada. A camada orgânica está sendo disposta aleatoriamente e deverá ser utilizada para alargamento da área de preservação. Deve haver mudança na inclinação do talude do ribeirão, no sentido interno da cava, visando evitar o movimento do mesmo para o curso d'água e correção dos processos erosivos nas áreas de entorno com implantação de diques filtrantes; A água utilizada deverá ser gerada das águas pluviais acumuladas nas cavas de mina. Não havendo qualquer atividade desenvolvida, qualquer instalação só poderá ser feita após concessão da Licença de Instalação.
Rio Acima e Nova Lima.	Extração de Minério de Metais Preciosos	Certificado de Licença de Operação e Auto de Fiscalização.
Santa Luzia e Sabará.	Torrefação de Café	Vistoria para verificar a situação ambiental e obtenção de Licença de Operação com condicionantes e com validade pré-determinada. Foi realizada vistoria para verificar o cumprimento das condicionantes e houve autuação com fundamento no decreto 39.424/98, artigo 19, parágrafo 2º, item 2. Parecer técnico sugere a aplicação das penalidades previstas em lei.
	Fábricas de rações.	Vistoria para verificar a situação ambiental e Auto por descumprimento de condicionante; comunicado de Auditoria; assinaturas de termo de compromisso de ajustamento de conduta ambiental.
Santa Luzia, Curvelo, Ribeirão das Neves, Santana de Pirapama, Sete Lagoas.	Curtimento e preparação de couros e peles.	Parecer técnico sugere a aplicação de penalidades em virtude das irregularidades constatadas. Vistoria realizada para verificação da situação atual das empresas gerou autuação com fundamento no decreto 39424/98, artigo 19, parágrafo 3º, item 1.
Santa Luzia e Vespasiano	Loteamento residencial	Aplicado Auto de Fiscalização, onde foram constatadas as seguintes irregularidades: Execução de atividade causadora de degradação ambiental mediante assoreamento de coleções de água ou erosão acelerada nas Unidades de Conservação. O loteamento situado no perímetro urbano do município de Santa Luzia que já está implantado, não possui a Licença de Instalação (LI) do COPAM. Verificou-se a abertura de ruas, demarcação de lotes, construção de casas, instalação das redes de distribuição de energia elétrica e de abastecimento de água.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

### AÇÕES DE CONTROLE 2000



MUNICÍPIO	ATIVIDADE	AÇÕES APLICADAS
Sete Lagoas, Ribeirão das Neves, Pedro Leopoldo, Gouveia, Diamantina, Capim Branco, Baldim, Augusto de Lima e Araçáí.	Indústrias Têxteis	Inscrição em dívida ativa e cobrança do débito; vistoria para verificar situação ambiental e discutir questão relativa à disposição final adequada das estopas sujas de óleo; autuação por provocar mortandade de peixes e por operar sem Licença de Operação; publicação de licença de operação corretiva.
Taquaraçú de Minas, Sete Lagoas, Santa Luzia, Sabará e Ribeirão das Neves e Contagem.	Extração de Pedras e Outros Materiais para Construção.	Certificado de Licença de Instalação, Certificado de Licença de Operação, Auto de Fiscalização e Auto de Infração.
Três Marias, Pains, Lagoa da Prata, Arcos, Piumhi	Tratamento de Esgoto .	Vistoria nas estações de tratamento de esgoto - ETE e nas estações de tratamento de água com laudo enfatizando a priorização das ações que viabilizem a interceptação e tratamento de esgoto sanitário nos locais de maior carência e acompanhamento de processo de licenciamento ambiental.
	Usinas de Triagem e Compostagem de lixo.	Vistoria nos depósitos de lixo e envio de ofício com recomendações técnicas relacionadas à adequação das atividades de disposição final do lixo, com acompanhamento de processo de licenciamento ambiental das usinas.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas



## 11. BIBLIOGRAFIA

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Denominações urbanas**. Disponível em <[www.almg.gov.br](http://www.almg.gov.br)>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12649**: caracterização de cargas poluidoras na mineração. Rio de Janeiro, 1992. 30p.

\_\_\_\_\_. **NBR 9897**: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987. 23p.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE MUNICÍPIOS. **Dados de municípios mineiros**. Disponível em: <[www.ammunicipios.org.br](http://www.ammunicipios.org.br)>.

BRAILE, P.M., CAVALCANTI, J.E.W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**: São Paulo: CETESB, 1993. 765p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Significado sanitário dos parâmetros de qualidade selecionados para utilização na rede de monitoramento**. Disponível em: [www.cetesb.sp.gov.br/informacoesambientais/qualidade\\_dos\\_rios/parâmetros](http://www.cetesb.sp.gov.br/informacoesambientais/qualidade_dos_rios/parâmetros)>.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Relatórios Ambientais**. São Paulo: CETESB, 1999.391p.

COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS. **Levantamento aerogeofísico do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <[www.comig.com.br/portugues/menu/menuhtml/index.htm](http://www.comig.com.br/portugues/menu/menuhtml/index.htm)>.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Inventário das estações fluviométricas**. Brasília: DNAEE, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Consumo e reservas de minério de ferro**. Disponível em: <[www.dnpm.gov.br/pluger16.html](http://www.dnpm.gov.br/pluger16.html)>. 2002.

\_\_\_\_\_. **Sumário da produção mineral do Brasil em 2000**. Disponível em: <[www.dnpm.gov.br/sm2001.html](http://www.dnpm.gov.br/sm2001.html)>. 2002.

DERÍSIO, C.A. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo: CETESB, 1992. 202p.

PATRÍCIO, F.C. **Avaliação da toxicidade do pesticida aldicarbe e duas espécies de peixes de água doce, *Brachydanio rerio* e *Orthospinus franciscensis***. Dissertação de mestrado. Lavras: UFLA, 1998. 76p.

FIGUEIREDO, V.L.S. **Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio Verde**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 1998. 50p.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas



- FIGUEIREDO, V.L.S.; MAZZINI, A.L.A. **Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio das Velhas**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 1997. 60p.
- FLORENCIO, E. **Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio Paraibuna**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 1997. 50p
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1983. v. 4 (Série de Publicações Técnicas, 10).
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. **Processos de licenciamento e fiscalização (Sistema FEAM)**. Belo Horizonte, 1989 a 2000.
- \_\_\_\_\_. **Licenciamento ambiental: coletânea de legislação**. Belo Horizonte: FEAM, 1998. 380p. v. 5.(Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios)
- \_\_\_\_\_. **Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 1998**. Belo Horizonte: FEAM, 1999. 87p.
- \_\_\_\_\_. **Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 1999**. Belo Horizonte: FEAM, 2000. 81p.
- \_\_\_\_\_. **Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 2000**. Belo Horizonte: FEAM, 2000. 112p.
- \_\_\_\_\_. **Agenda Marron: Indicadores Ambientais 2002**. Belo Horizonte: FEAM, 2002. 68p.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cartas topográficas**. Rio de Janeiro: IBGE. Escalas de 1:50.000; 1:100.000 e 1:250.000.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa da pecuária municipal**. Minas Gerais: IBGE, 2000.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais 1999**. Perfil dos Municípios Brasileiros. Rio de Janeiro, 2001. 121p.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa Industrial 2000**. Volume 19, número 1, EMPRESA. Rio de Janeiro, 2000.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa Industrial 2000**. Volume 19, número 1, PRODUTO. Rio de Janeiro, 2000.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Rio de Janeiro, 2002.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Totais de outorgas concedidas por unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos.** Belo Horizonte: 2001. Base de Dados.

\_\_\_\_\_. **Programa de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do rio São Francisco:** avaliação das interferências ambientais da mineração nos recursos hídricos na bacia do Alto rio das Velhas. sub-projeto 1.2. Belo Horizonte: IGAM, 2001. 20p.

KNIE, J. **Proteção ambiental com testes ecotoxicológicos. Experiências com a análise das águas e dos efluentes no Brasil.** Florianópolis, 1998. 14p.

KRENKEL, P.A.; NOVOTNY, V. **Water quality management.** New York: Academic Press, 1980. 671p.

LEÃO, M.M.D. et al. **Desenvolvimento tecnológico para controle ambiental na indústria têxtil/malha de pequeno e médio porte.** Belo Horizonte: DESA-UFMG, 1998. 204p.

MACÊDO, J. A. B. **Introdução a Química Ambiental;** Química & Meio Ambiente & Sociedade 1ª ed. Juiz de Fora: Jorge Macedo, 2002, 487p.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas;** Química & Meio Ambiente & Sociedade 1ª ed. Juiz de Fora: ORTOFARMA, 2000, 505p.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental:** metais pesados, mitos, mistificações e fatos. São Paulo: ProduQuímica, 1994. 153p.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Ciência e Tecnologia et al, **Diagnóstico ambiental do Vale do Paraopeba.** Belo Horizonte, 1996.

PÁDUA, H. B. **Alcalinidade, condutividade e salinidade em sistemas aquáticos.** Disponível em [www.ccinet.com.br/tucunare/alcalinidade.htm](http://www.ccinet.com.br/tucunare/alcalinidade.htm). Acesso em: 06 ago. 2001.

PÁDUA, H. B. **Dureza total das águas na aquicultura.** Disponível em: [www.ccinet.com.br/tucunare/dureza.htm](http://www.ccinet.com.br/tucunare/dureza.htm). Acesso em: 06 ago. 2001.

PAREY, V.P. **Manuais para gerenciamento de recursos hídricos; relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados a águas correntes.** Paraná: GTZ, Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina, 1993. 227p.

QUEIROZ, J.F.; STRIXINO, S.T.; NASCIMENTO, V.M.C. **Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da bacia do médio São Francisco.** EMBRAPA, 2000. 4p.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas



Resumo da 1ª versão do relatório "**Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Minas Gerais**". Processo de Codificação de Cursos D'água, jun 1999

ROMANELLI, M.C.M.; MACIEL, P. **Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio Paraopeba**. Belo Horizonte: FEAM, 1996. 50p.

SCHVARTSMAN, S. **Intoxicações agudas**. 4ª ed. São Paulo: UFMG Editora Universitária, 1991.

SHREVE, R.N., BRINK Jr. J.A. **Indústrias de processos químicos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1980. 718p.

Von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. VOL 1, 2 ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 243p.

STANDART METHODS: for the examination of water and wastewater. 18 ed. Baltimore: APHA, 1992.

SULCOSA – Sulfato de Cobre S.A. **Usos e composição química do sulfato de cobre**. Disponível em: <[www.rcp.net.pe/usr/sulcosa/sulfa.htm](http://www.rcp.net.pe/usr/sulcosa/sulfa.htm)>. Acesso em: 26 jul. 2001.

TEIXEIRA, J.A.O. **Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio Pará**. Belo Horizonte: FEAM, 1998. 45p

TRAIN, R.E. **Quality criteria for water**. Washington D.C.: Environmental Protection Agency, 1979. 256p.

WHITE, G. F. **Biodegradation of industrial compounds**. Environmental Biochemistry Research Staff. Disponível em: <[www.cf.ac.uk/biosi/research/Biochemistry/staff/gfw.html](http://www.cf.ac.uk/biosi/research/Biochemistry/staff/gfw.html)>. Acesso em: 20 set. 2000.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



## ANEXOS



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



## **Anexo A** **Municípios Com Sede Na Bacia do Rio Paraopeba**



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

Qualidade das Águas Superficiais  
no Estado de Minas Gerais em 2001



UPGRH SF3			
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Belo Vale	7.429	3136	4.293
Betim	306.675	298.258	8.417
Bonfim	6.866	2.556	4.310
Brumadinho	26.614	19.373	7241
Cachoeira da Prata	3.780	3.549	231
Caetanópolis	8.571	7.400	1171
Casa Grande	2.264	1.013	1251
Congonhas	41.256	39.458	1.798
Conselheiro Lafaiete	102.836	99.515	3.321
Cristiano Ottoni	4.905	3.626	1.279
Crucilândia	4.477	2.251	2.226
Entre Rios de Minas	13.114	8.390	4.724
Esmeraldas	47.090	38181	8.909
Florestal	5.647	3840	1.807
Fortuna de Minas	2.437	1515	922
Ibirité	133.044	132.335	709
Igarapé	24.838	22.977	1.861
Inhaúma	5.195	3.464	1.731
Itatiaiuçu	8.517	5.039	3.478
Jeceaba	6.109	2.831	3.278
Juatuba	16.389	15.929	460
Mar de Espanha	10.567	9.123	1444
Marilac	4.424	3.455	969
Materlândia	4.846	1.852	2994
Moeda	4.469	1.569	2900
Ouro Branco	30.383	26.303	4080
Paraopeba	20.383	17.283	3100
Pequi	3.717	2.556	1161
Piedade dos Gerais	4.274	1.584	2690
Queluzito	1.791	673	1118
Rio Manso	4.646	2.862	1784
São Brás do Suaçuí	3.282	2.718	564
São Joaquim de Bicas	18.152	13.716	4436
São José da Varginha	3.225	1.541	1684
Sarzedo	17.274	14.738	2536
<b>TOTAL</b>	<b>909.486</b>	<b>814.609</b>	<b>94.877</b>



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



## **Anexo B** **Outorgas Superficiais e Subterrâneas em 2001**



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## Outorgas Superficiais e Subterrâneas 2001

### - UPRH SF3 -



Curso d'água	Bacia Federal	Bacia Estadual	Município	Latitude	Longitude	Uso	Vazão (m³/s)	Data
Rio Verde	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Paraopeba	19° 13' 06"	44° 36' 08"	Irrig	0,0340	17/02/2001
Córrego do Falcão	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Belo Horizonte	18° 52' 46"	44° 35' 26"	Irrig	0,0116	17/02/2001
Córrego Gineta	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Sete Lagoas	19° 25' 46"	44° 22' 44"	Irrig	0,0060	22/12/2001
Córrego Gineta	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Sete Lagoas	19° 25' 46"	44° 23' 03"	Irrig	0,0120	22/12/2001
Afluente do Córrego Cangalheiros	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Bonfim	20° 16' 04"	44° 15' 39"	Piscicultura	0,0006	10/03/2001
Afluente do Córrego Cangalheiros	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Bonfim	20° 16' 08"	44° 15' 35"	Piscicultura	0,0001	10/03/2001
Córrego Tijuco	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 06' 43"	44° 09' 20"	Irrig	0,0002	16/03/2001
Córrego Laranjeira	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 06' 30"	44° 08' 55"	Dess.animais	0,0003	16/03/2001
Afluente do Córrego Laranjeira	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 06' 18"	44° 08' 36"	Irrig	0,0002	16/03/2001
Córrego Campo Alegre	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Esmeraldas	19° 45' 59"	44° 21' 18"	Irrig	0,0015	07/04/2001
Córrego da Passagem Boa	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Inhaúma	19° 33' 22"	44° 22' 32"	Irrig	0,0050	07/04/2001
Córrego do Brejo	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Papagaios	19° 19' 21"	44° 37' 55"	Irrig	0,0150	07/04/2001
Córrego Boa Vista	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 08' 12"	44° 09' 46"	Dess.animais	0,0007	05/05/2001
Afluente do Córrego Estiva	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Conselheiro Lafaiete	20° 38' 38"	43° 45' 53"	Industrial	0,0010	05/05/2001
Rio Pardo	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Papagaios	19° 15' 00"	44° 43' 00"	Irrig	0,1160	05/05/2001
Rio Pardo	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Pompéu	19° 14' 26"	44° 42' 57"	Irrig	0,0330	05/05/2001
Rio Veloso	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Itatiaiuçu	20° 10' 31"	44° 23' 58"	Irrig	0,0140	24/05/2001
Afluente do Rio Veloso	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Itatiaiuçu	20° 10' 16"	44° 24' 05"	Irrig	0,0012	24/05/2001
Afluente do Rio Veloso	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Itatiaiuçu	20° 10' 16"	44° 23' 32"	Irrig	0,0006	24/05/2001
Ribeirão Inhaúma	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Inhaúma	19° 28' 03"	44° 23' 28"	Irrig	0,0150	24/05/2001
Ribeirão Inhaúma	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Inhaúma	19° 27' 41"	44° 23' 37"	Irrig	0,0150	24/05/2001
Córrego do Segredo	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Esmeraldas	19° 47' 03"	44° 12' 29"	Piscicultura	0,0003	24/05/2001
Córrego da Estiva	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Resende Costa	20° 46' 48"	44° 10' 30"	Irrig	0,0080	02/06/2001
Rio Betim	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Betim	19° 58' 14"	44° 12' 46"	Industrial	0,0420	02/06/2001
Afluente do Córrego Gameleira	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Florestal	19° 50' 31"	44° 27' 12"	Irrig	0,0005	19/06/2001
Ribeirão Inhaúma	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Inhaúma	19° 27' 16"	44° 24' 01"	Irrig	0,0150	19/06/2001
Córrego Arrozal	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Inhaúma	19° 26' 28"	44° 30' 03"	Irrig	0,0410	19/06/2001
Córrego Vieiras	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Itatiaiuçu	20° 07' 57"	44° 22' 42"	Industrial	0,0014	06/07/2001
Córrego Salvador	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Cachoeira da Prata	19° 31' 51"	44° 26' 06"	Irrig	0,0070	01/08/2001
Córrego Poço D' Anta	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Paraopeba	19° 11' 41"	44° 31' 16"	Piscicultura	0,0035	15/08/2001
Afluente do Córrego Olhos D' água	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 07' 16"	44° 13' 50"	Cons. Humano e Irrig	0,0003	15/08/2001
Afluente do Córrego Olhos D' água	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 07' 41"	44° 13' 41"	Cons. Humano e Irrig	0,0010	15/08/2001
Ribeirão das Abóboras	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Esmeraldas	19° 49' 01"	44° 20' 52"	Irrig	0,0405	15/08/2001
Córrego Riachinho	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Sete Lagoas	19° 25' 37"	44° 20' 15"	Industrial	0,0030	15/08/2001
Ribeirão São João	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Inhaúma	19° 29' 51"	44° 19' 24"	Irrig	0,0142	04/09/2001
Córrego da Senzala	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 07' 07"	44° 01' 21"	Irrig	0,0014	04/09/2001
Córrego Mãe D'Água	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 11' 03"	43° 59' 06"	Cons. Humano	0,0040	04/09/2001
Córrego Lagoa Preta	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Papagaios	19° 21' 49"	44° 36' 05"	Irrig	0,0250	14/09/2001
Córrego Lagoa Preta	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Papagaios	19° 19' 38"	44° 37' 06"	Irrig	0,0300	14/09/2001
Rio Paraopeba	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Papagaios	19° 24' 09"	44° 32' 41"	Irrig	0,0560	14/09/2001
Rio Paraopeba	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Papagaios	19° 23' 20"	44° 32' 03"	Irrig	0,0420	14/09/2001
Córrego da Taboa	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Sete Lagoas	19° 28' 50"	44° 20' 03"	Irrig	0,0070	22/09/2001
Córrego Vargem das Flores	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Belo Vale	20° 27' 42"	43° 57' 37"	Dess.animais	0,0002	22/09/2001
Córrego da Prata	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Curvelo	18° 55' 44"	44° 32' 24"	Piscicultura	0,0010	05/10/2001
Córrego Mato Dentro	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Mateus Leme	19° 55' 49"	44° 28' 44"	Irrig	0,0125	12/10/2001

## Outorgas Superficiais e Subterrâneas 2001

### - UPRH SF3 -

Curso d'água	Bacia Federal	Bacia Estadual	Município	Latitude	Longitude	Uso	Vazão (m³/s)	Data
Córrego Vargem das Flores	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Belo Vale	20° 27' 50"	43° 57' 31"	Cons. Humano, Dess.animais e Industrial	0,0008	24/10/2001
Córrego Baú	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Belo Vale	20° 26' 46"	43° 58' 14"	Irrig	0,0035	24/10/2001
Córrego Boa Morte	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Curvelo	18° 52' 04"	44° 36' 03"	Irrig	0,0020	24/10/2001
Ribeirão dos Costas	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Belo Vale	20° 23' 09"	44° 06' 13"	Piscicultura	0,0015	24/10/2001
Afluente do Córrego Mato Dentro	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Florestal	19° 55' 16"	44° 28' 34"	Piscicultura	0,0010	24/10/2001
Córrego Mandaçaia	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Papagaios	19° 24' 59"	44° 45' 04"	Cons. Humano e Industrial	0,0040	24/10/2001
Rio Paraopeba	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Betim	20° 02' 37"	44° 14' 47"	Industrial	0,0083	24/10/2001
Rio Paraopeba	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Pompéu	19° 10' 20"	44° 42' 16"	Cons. Humano e Industrial	0,0015	07/11/2001
Ribeirão Grande	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Esmeraldas	19° 48' 07"	44° 22' 55"	Beneficiamento de Areia	0,0063	14/11/2001
Córrego Mocambo	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Paraopeba	19° 13' 45"	44° 24' 02"	Piscicultura	0,0006	22/11/2001
Afluente do Córrego Laranjeira	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 06' 17"	44° 08' 38"	Abastecimento	0,0007	22/11/2001
Afluente do Córrego Tejuco	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 06' 52"	44° 09' 28"	Abastecimento	0,0011	22/11/2001
Córrego Tejuco	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 06' 43"	44° 09' 19"	Abastecimento	0,0018	22/11/2001
Afluente do Ribeirão Ferro Carvão	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 07' 05"	44° 07' 11"	Disposição de rejeitos		22/11/2001
Ribeirão Ferro Carvão	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 08' 20"	44° 07' 22"	Contenção de sedimentos		22/11/2001
Ribeirão Ferro Carvão	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 07' 09"	44° 07' 29"	Contenção de sedimentos		22/11/2001
Córrego da Olaria	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 07' 40"	44° 08' 15"	Contenção de sedimentos		22/11/2001
Rio Paraopeba	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 08' 49"	44° 11' 10"	Dragagem		22/11/2001
Ribeirão Cipó	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Esmeraldas	19° 36' 02"	44° 22' 29"	Irrig	0,0200	04/12/2001
Ribeirão dos Macacos	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Esmeraldas	19° 34' 56"	44° 22' 07"	Irrig	0,0202	04/12/2001
Ribeirão Cipó	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Esmeraldas	19° 36' 14"	44° 22' 52"	Irrig	0,0250	04/12/2001
Rio Paraopeba	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Betim	19° 58' 40"	44° 16' 15"	Dragagem		04/12/2001
Córrego Mata da Salgada	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Esmeraldas	19° 37' 33"	44° 18' 50"	Dess.animais e	0,0052	04/12/2001
Ribeirão Campo Alegre	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Esmeraldas	20° 18' 59"	44° 18' 21"	Dess.animais e	0,0122	04/12/2001
Afluente do Ribeirão da Catarina	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Brumadinho	20° 07' 28"	44° 02' 19"	Irrig	0,0009	22/12/2001
Córrego São João	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Inhaúma	19° 28' 01"	44° 21' 27"	Irrig	0,0080	22/12/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Esmeraldas	19° 53' 09"	44° 19' 36"	Cons. Humano e Dess.animais	0,0004	24/01/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Sete Lagoas	19° 29' 43"	44° 18' 29"	Industrial	0,0019	22/12/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	São José da Varginha	19° 44' 49"	44° 31' 54"	Dess.animais	0,0003	17/02/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Sete Lagoas	19° 26' 21"	44° 20' 45"	Cons. Humano	0,0008	31/03/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	São José da Varginha	19° 43' 38"	44° 33' 21"	Dess.animais	0,0003	21/04/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Paraopeba	19° 17' 03"	44° 29' 20"	Cons. Humano	0,0011	24/05/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Igarapé	20° 06' 06"	44° 20' 59"	Cons. Humano	0,0006	14/07/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Igarapé	20° 06' 11"	44° 20' 51"	Irrig	0,0036	14/07/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Ibirité	20° 01' 01"	44° 08' 02"	Mineração	0,0024	28/08/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Fortuna de Minas	19° 35' 50"	44° 25' 48"	Irrig	0,0097	28/08/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Mateus Leme	19° 58' 57"	44° 22' 51"	Industrial	0,0004	04/09/2001



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## Outorgas Superficiais e Subterrâneas 2001

- UPRH SF3 -



Curso d'água	Bacia Federal	Bacia Estadual	Município	Latitude	Longitude	Uso	Vazão (m³/s)	Data
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Inhaúma	19° 26' 08"	44° 29' 55"	Dess.animais	0,0050	22/09/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Betim	19° 59' 02"	44° 05' 32"	Industrial	0,0022	12/10/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Ibirité	19° 59' 05"	44° 05' 25"	Industrial	0,0019	12/10/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Ibirité	19° 59' 06"	44° 05' 26"	Industrial	0,0018	12/10/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Ibirité	19° 59' 07"	44° 05' 19"	Industrial	0,0050	12/10/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Ibirité	19° 59' 10"	44° 05' 11"	Cons. Humano	0,0028	12/10/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Juatuba	19° 57' 33"	44° 20' 13"	Industrial	0,0125	24/10/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Juatuba	19° 57' 38"	44° 20' 10"	Industrial	0,0278	24/10/2001
Poço	Rio São Francisco	Rio Paraopeba	Juatuba	19° 57' 40"	44° 20' 15"	Industrial	0,0033	24/10/2001

Fonte: Divisão de Cadastro e Outorga do IGAM



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



## **Anexo C** **Descrição das Estações de amostragem**

**Descrição das Estações de Amostragem  
- UPGRH SF3 -**

Estação	Descrição	Latitude			Longitude			Altitude (m)
BP026	Rio CAMAPUÃ na cidade de Jeceaba	20	32	11	43	58	32	840
BP027	Rio PARAOPEBA logo após a foz do Rio Camapuã	20	31	18	43	58	49	840
BP029	Rio PARAOPEBA na cidade de Belo Vale	20	24	28	44	01	15	800
BP036	Rio PARAOPEBA na localidade de Melo Franco	20	11	44	44	07	22	760
BP068	Rio PARAOPEBA no local denominado Fecho do Funil	20	05	34	44	12	38	720
BP070	Rio PARAOPEBA a jusante da foz do Ribeirão Sarzedo	20	02	21	44	15	17	720
BP071	Rio BETIM próximo de sua foz no Rio Paraopeba	19	57	49	44	16	03	720
BP072	Rio PARAOPEBA a jusante da foz do Rio Betim	19	56	52	44	18	16	720
BP076	Ribeirão dos MACACOS próximo de sua foz no Rio Paraopeba	19	25	39	44	32	45	700
BP078	Rio PARAOPEBA a jusante da foz do Rio Pardo	19	09	12	44	40	34	650
BP079	Rio PARAOPEBA a montante da foz do Rio Pequeri	20	36	13	43	54	36	870
BP080	Rio MARANHÃO próximo de sua foz com o Rio Paraopeba	20	30	57	43	54	34	850
BP082	Rio PARAOPEBA na localidade de Cachoeirinha	19	40	02	44	28	52	700
BP083	Rio PARAOPEBA logo após a foz do Ribeirão dos Macacos	19	24	54	44	33	00	700
BP084	Rio MARANHÃO na localidade de Gagé	20	35	34	43	48	01	900
BP086	Ribeirão SARZEDO próximo de sua foz no Rio Paraopeba	20	03	04	44	13	21	720
BP088	Rio BETIM a jusante do Reservatório de Vargem das Flores	19	54	41	44	10	24	840
BP090	Rib. GRANDE a montante de sua confluência com o Cór. Capão Grosso	19	48	52	44	21	53	720

**Anexo D**  
**Significado Sanitário dos Parâmetros de Qualidade**  
**de Água Selecionados**

## **I. PARAMETROS FÍSICOS**

### **Temperatura**

A temperatura da água é um fator que influencia a grande maioria dos processos físicos, químicos e biológicos na água, assim como, outros processos como a solubilidade dos gases dissolvidos. Uma elevada temperatura faz diminuir a solubilidade dos gases, por exemplo, o oxigênio dissolvido, além de aumentar a taxa de transferência de gases, o que pode gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis.

Os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferencial em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo. Variações de temperatura são partes do regime climático normal e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical.

### **Cor**

A cor é originada de forma natural, da decomposição da matéria orgânica, principalmente dos vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos, além do ferro e manganês. A origem antropogênica surge dos resíduos industriais e esgotos domésticos. Apesar de ser pouco freqüente a relação entre cor acentuada e risco sanitário nas águas coradas, a cloração da água contendo a matéria orgânica dissolvida responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos, dentre eles, os trihalometanos.

### **Turbidez**

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. A alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas.

### **Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions e pela temperatura. As principais fontes dos sais naturalmente contidos nas águas correntes e de origem antropogênica são: descargas industriais de sais, consumo de sal em residências e no comércio, excreções de sais pelo homem e por animais.

A condutância específica fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade específica da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

### **Alcalinidade**

É a quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos, carbonatos e os hidróxidos. As origens naturais da alcalinidade são a dissolução de rochas e as reações do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), resultantes da atmosfera ou da decomposição da matéria orgânica, com a água. Além desses, os despejos industriais são responsáveis pela alcalinidade nos cursos d'água. Esta variável deve ser avaliada por ser importante no controle do tratamento de água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações.

### **Dureza**

É a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions mais freqüentemente associados à dureza são os cátions divalentes Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>. As principais fontes de dureza são a dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio, exemplificando as rochas calcáreas e os despejos industriais. A ocorrência de determinadas concentrações de dureza causa um sabor desagradável e pode ter efeitos laxativos. Além disso, causa incrustação nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, em função da maior precipitação nas temperaturas elevadas.

### **Sólidos**

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos d'água. Os sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características químicas. Os sólidos em suspensão, contidos em uma amostra de água, apresentam, em função do método analítico escolhido, características diferentes e, conseqüentemente, têm designações distintas.

A unidade de medição normal para o teor em sólidos não dissolvidos é o peso dos sólidos filtráveis, expresso em mg/L de matéria seca. Dos sólidos filtrados pode ser determinado o resíduo calcinado (em % de matéria seca), que é considerado uma medida da parcela da matéria mineral. O restante indica, como matéria volátil, a parcela de sólidos orgânicos.

Dentro dos sólidos filtráveis encontram-se, além de uma parcela de sólidos turvos, também os seguintes tipos de sólidos/substâncias não dissolvidos: Sólidos flutuantes, que em determinadas condições estão boiando, e são determinados, através de aparelhos adequados, em forma de peso ou volume; sólidos sedimentáveis, que em determinadas condições afundam. Neste caso, o resultado é anotado preferencialmente como volume (mL/L) acrescentado pelo tempo de



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



formação; sólidos não sedimentáveis, que não dão sujeitos nem à flotação, nem à sedimentação.

## II. PARÂMETROS QUÍMICOS

### Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução. Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em consequência, alterações bruscas do pH de uma água pode acarretar no desaparecimento dos seres presentes na mesma. Os valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão do sistema de distribuição de água, ocorrendo assim, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a descontaminação das águas.

### Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. Através da medição do teor de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática.

### Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

É definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas, isto é, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido, em mg/L, que será consumida pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20° C é freqüentemente usado e referido como DBO<sub>5,20</sub>.

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da micro-flora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizadas nas estações de tratamento de água.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### **Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor e em primeiro lugar, orientando o teste da DBO. A análise da DQO é útil para detectar a presença de substâncias resistentes a degradação biológica. O aumento da concentração da DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

### **Nitrogênio Nitrato**

É a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas. Concentrações de nitratos superiores a 5mg/L demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte de nitrogênio nitrato são dejetos humanos e animais. Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagero, processo denominado de eutrofização.

### **Nitrogênio Nitrito**

É uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, pois o nitrito é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio. A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

### **Nitrogênio Amoniacal (amônia)**

É uma substância tóxica não persistente e não cumulativa e, sua concentração, que normalmente é baixa, não causa nenhum dano fisiológico aos seres humanos e animais. Grandes quantidades de amônia podem causar sufocamento de peixes.

A concentração total de Nitrogênio é altamente importante considerando-se os aspectos tópicos do corpo d'água. Em grandes quantidades o Nitrogênio contribui como causa da metemoglobinemia (síndrome do bebê azul).

### **Óleos e Graxas**

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas. Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos d'água, dentre eles, destacam-se os de refinarias, frigoríficos e indústrias de sabão.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



A pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo no que se refere a sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e, quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público, causam problemas no tratamento de água.

A presença de óleos e graxas diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo dessa forma, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água.

Em processo de decomposição a presença dessas substâncias reduz o oxigênio dissolvido elevando a DBO e a DQO, causando alteração no ecossistema aquático. Na legislação brasileira não existe limite estabelecido para esse parâmetro, a recomendação é que os óleos e as graxas sejam virtualmente ausentes para as classes 1, 2 e 3.

### **Fósforo Total**

O fósforo é originado naturalmente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica. A origem antropogênica é oriunda dos despejos domésticos e industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. A presença de fósforo nos corpos d'água desencadeia o desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas desagradáveis, principalmente em reservatórios ou águas paradas, podendo conduzir ao processo de eutrofização.

### **Cádmio (Cd)**

O cádmio possui uma grande mobilidade em ambientes aquáticos, é bioacumulativo e persistente no ambiente, acumula em organismos aquáticos, possibilitando sua entrada na cadeia alimentar. Está presente em águas doces em concentrações traços, geralmente inferiores a 1 µg/L. Pode ser liberado para o ambiente através da queima de combustíveis fósseis e também é utilizado na produção de pigmentos, baterias, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes, acessórios fotográficos, praguicidas etc.

É um subproduto da mineração do zinco. O elemento e seus compostos são considerados potencialmente carcinogênicos e pode ser fator para vários processos patológicos no homem, incluindo disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose, doenças crônicas em idosos e câncer.

### **Bário (Ba)**

Em geral ocorre nas águas naturais em baixas concentrações, variando de 0,7 a 900 µg/L. É normalmente utilizado nos processos de produção de pigmentos, fogos de artifício, vidros e praguicidas. A ingestão de bário, em doses superiores às permitidas, pode causar desde um aumento transitório da pressão sanguínea, por vasoconstrição, até sérios efeitos tóxicos sobre o coração.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## Chumbo (Pb)

# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



Em sistemas aquáticos, o comportamento de compostos de chumbo é determinado principalmente pela hidrossolubilidade. Concentrações de chumbo acima de 0,1mg/L inibem a oxidação bioquímica de substâncias orgânicas, e são prejudiciais para os organismos aquáticos inferiores. Concentrações de chumbo entre 0,2 e 0,5mg/L empobrecem a fauna, e a partir de 0,5mg/L a nitrificação é inibida na água.

A queima de combustíveis fósseis é uma das principais fontes, além da sua utilização como aditivo anti-impacto na gasolina. O chumbo é uma substância tóxica cumulativa. Uma intoxicação crônica por este metal pode levar a uma doença denominada saturnismo, que ocorre na maioria das vezes, em trabalhadores expostos ocupacionalmente. Outros sintomas de uma exposição crônica ao chumbo, quando o efeito ocorre no sistema nervoso central, são: tontura, irritabilidade, dor de cabeça, perda de memória, entre outros. Quando o efeito ocorre no sistema periférico o sintoma é a deficiência dos músculos extensores. A toxicidade do chumbo, quando aguda, é caracterizada pela sede intensa, sabor metálico, inflamação gastro-intestinal, vômitos e diarreias.

## Cobre (Cu)

As fontes de cobre para o meio ambiente incluem corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir de usos agrícolas do cobre como fungicida e pesticida no tratamento de solos e efluentes, além de precipitação atmosférica de fontes industriais.

As principais fontes industriais são as indústrias de mineração, fundição, refinaria de petróleo e têxtil. No homem, a injeção de doses excessivamente altas pode acarretar em irritação e corrosão da mucosa, danos capilares generalizados, problemas hepáticos e renais e irritação do sistema nervoso central seguido de depressão.

## Cromo (Cr)

O cromo está presente nas águas nas formas tri e hexavalente. Na forma trivalente o cromo é essencial ao metabolismo humano e, sua carência, causa doenças. Já na forma hexavalente é tóxico e cancerígeno, sendo assim, os limites máximos estabelecidos basicamente em função do cromo hexavalente. Os organismos aquáticos inferiores podem ser prejudicados por concentrações de cromo acima de 0,1mg/L, enquanto o crescimento de algas já está sendo inibido no âmbito de concentrações de cromo entre 0,03 e 0,032mg/L.

O cromo, como outros metais, acumula-se nos sedimentos. É comumente utilizado em aplicações industriais e domésticas, como na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel e fotografia.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## Níquel (Ni)

# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



A maior contribuição para o meio ambiente, através da atividade humana, é a queima de combustíveis fósseis. Além disso, as principais fontes são as atividades de mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição e, como fontes secundárias, a fabricação de alimentos, artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados. Doses elevadas de níquel podem causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis e a fetar nervos cardíacos e respiratórios. O níquel acumula-se no sedimento, em musgos e plantas aquáticas superiores.

## Mercúrio (Hg)

Entre as fontes antropogênicas de mercúrio no meio aquático destacam-se as indústrias cloro-álcali de células de mercúrio, vários processos de mineração e fundição, efluentes de estações de tratamento de esgotos, fabricação de certos produtos odontológicos e farmacêuticos, indústrias de tintas, dentre outras.

O mercúrio prejudica o poder de autodepuração das águas a partir de uma concentração de apenas 18 µg/L. Este pode ser adsorvido em sedimentos e em sólidos em suspensão. O metabolismo microbiano é perturbado pelo mercúrio através de inibição enzimática. Alguns microrganismos são capazes de metilar compostos inorgânicos de mercúrio, aumentando assim sua toxicidade.

O peixe é um dos maiores contribuintes para a carga de mercúrio no corpo humano, sendo que o mercúrio mostra-se mais tóxico na forma de compostos organometálicos. A intoxicação aguda pelo mercúrio, no homem, é caracterizada por náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia, danos nos ossos e morte. A intoxicação crônica afeta glândulas salivares, rins e altera as funções psicológicas e psicomotoras.

## Zinco (Zn)

O zinco é oriundo de processos naturais e antropogênicos, dentre os quais destacam-se a produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, siderurgias, cimento, concreto, cal e gesso, indústrias têxteis, termoelétricas e produção de vapor, além dos efluentes domésticos. Alguns compostos orgânicos de zinco são aplicados como pesticidas. O zinco, por ser um elemento essencial para o ser humano, só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, levando às perturbações do trato gastrointestinal.

## Fenóis

Os fenóis são compostos orgânicos, oriundos, nos corpos d'água, principalmente dos despejos industriais. São compostos tóxicos aos organismos aquáticos, em concentrações bastante baixas, e afetam o sabor dos peixes e a aceitabilidade das



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



águas. Para os organismos vivos, os compostos fenólicos são tóxicos protoplasmáticos, apresentando a propriedade de combinar-se com as proteínas teciduais. O contato com a pele provoca lesões irritativas e após ingestão podem ocorrer lesões cáusticas na boca, faringe, esôfago e estômago, manifestadas por dores intensas, náuseas, vômitos e diarreias, podendo ser fatal. Após absorção, tem ação lesiva sobre o sistema nervoso podendo ocasionar cefaléia, paralisias, tremores, convulsões e coma.

### **Ferro (Fe)**

O ferro aparece, normalmente, da dissolução de compostos do solo e dos despejos industriais. O ferro, em quantidade adequada, é essencial ao sistema bioquímico das águas, podendo, em grandes quantidades, se tornar nocivo, dando sabor e cor desagradáveis à água, além de elevar a dureza, tornando-a inadequada ao uso doméstico e industrial.

### **Manganês (Mn)**

É utilizado na fabricação de ligas metálicas e baterias e na indústria química em tintas, vernizes, fogos de artifícios e fertilizantes, entre outros. Sua presença, em quantidades excessivas, é indesejável em mananciais de abastecimento público devido ao seu efeito no sabor, tingimento de instalações sanitárias, aparecimento de manchas nas roupas lavadas e acúmulo de depósitos em sistemas de distribuição. A água potável contaminada com manganês desenvolve a doença denominada manganismo, sintomas similares aos vistos em mineradores de manganês ou trabalhadores de plantas de aço.

### **Cloretos**

As águas naturais, em menor ou maior escala, contém íons resultantes da dissolução de minerais. Os íons cloretos são advindos da dissolução de sais. Um aumento no teor de cloretos na água é indicador de uma possível poluição por esgotos (através de excreção de cloreto pela urina) ou por despejos industriais, e acelera os processos de corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água.

### **Surfactantes**

As substâncias tensoativas reduzem a tensão superficial da água, pois possuem em sua molécula uma parte solúvel e outra não solúvel na água. A constituição dos detergentes sintéticos tem como princípio ativo o denominado “surfactante” e algumas substâncias denominadas de coadjuvantes, como o fosfato. O principal inconveniente dos detergentes na água se relaciona aos fatores estéticos, devido à formação de espumas em ambientes aeróbios.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## **Sódio (Na)**

# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



O sódio pode provir, principalmente, de esgotos, fertilizantes, indústrias de papel e celulose. É comumente medido onde a água é utilizada para beber ou para agricultura, particularmente na irrigação.

## **Potássio (K)**

O potássio é encontrado em baixas concentrações nas águas naturais já que rochas que contêm potássio são relativamente resistentes às ações do tempo. Entretanto, sais de potássio são largamente usados na indústria e em fertilizantes para agricultura e entra nas águas doces com descargas industriais e lixiviação das terras agrícolas. O potássio é usualmente encontrado na forma iônica e os sais são altamente solúveis.

## **Cianetos (CN)**

Os cianetos são os sais do hidrácido cianídrico (ácido prússico, HCN) podendo ocorrer na água em forma de ânion ( $\text{CN}^-$ ) ou de cianeto de hidrogênio (HCN). Em valores neutros de pH prevalece o cianeto de hidrogênio.

Cianetos têm um efeito muito tóxico sobre microorganismos. Uma diferenciação analítica entre cianetos livres e complexos é imprescindível, visto que a toxicidade do cianeto livre é muito maior.

Os cianetos são utilizados na indústria galvânica, no processamento de minérios (lixiviação de cianeto) e na indústria química. São também aplicados em pigmentos e praguicidas. Podem chegar às águas superficiais através dos efluentes das indústrias galvânicas, de têmpera, de coque, de gás e de fundições.

## **Alumínio (Al)**

O alumínio é o principal constituinte de um grande número de componentes atmosféricos, particularmente de poeira derivada de solos e partículas originadas da combustão de carvão. Na água, o alumínio é complexado e influenciado pelo pH, temperatura e a presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes.

O alumínio é pouco solúvel em pH entre 5,5 e 6,0, devendo apresentar maiores concentrações em profundidade, onde o pH é menor e pode ocorrer anaerobiose. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez.

Outro aspecto chave da química do alumínio é sua dissolução no solo para neutralizar a entrada de ácidos com as chuvas ácidas. Nesta forma, ele é extremamente tóxico à vegetação e pode ser escoado para os corpos d'água.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



A principal via de exposição humana não ocupacional é pela ingestão de alimentos e água. O acúmulo de alumínio no homem tem sido associado ao aumento de casos de demência senil do tipo Alzheimer. Não há indicação de carcinogenicidade para o alumínio.

### **Sulfetos**

Os sulfetos são combinações de metais, não metais, complexos e radicais orgânicos ou eles são os sais e ésteres do ácido sulfídrico ( $H_2S$ ), respectivamente. A maioria dos sulfetos metálicos de uso comercial são de origem vulcânica. Sulfetos metálicos têm importante papel na química analítica para a identificação de metais. Sulfetos inorgânicos encontram aplicações como pigmentos e substâncias luminescentes. Sulfetos orgânicos e disulfetos são amplamente distribuídos no reino animal e vegetal. Sulfetos orgânicos são aplicados industrialmente como protetores de radiação e queratolítica.

Os íons de sulfeto presentes na água podem precipitar na forma de sulfetos metálicos em condições anaeróbicas e na presença de determinados íons metálicos.

### **Magnésio (Mg)**

O magnésio é um elemento essencial para a vida animal e vegetal. A atividade fotossintética da maior parte das plantas é baseada na absorção da energia da luz solar, para transformar água e dióxido de carbono em hidratos de carbono e oxigênio. Esta reação só é possível devido à presença de clorofila, cujos pigmentos contêm um composto rico em magnésio.

A falta de magnésio no corpo humano, pode provocar diarreia ou vômitos bem como hiperirritabilidade ou uma ligeira calcificação nos tecidos. O excesso de magnésio é prontamente eliminado pelo corpo.

Entre outras aplicações dos seus compostos salientam-se a utilização do óxido de magnésio na fabricação de materiais refratários e nas indústrias de borracha, fertilizantes e plásticos, o uso do hidróxido em medicina como antiácido e laxante, do carbonato básico como material isolante em caldeiras e tubagens e ainda nas indústrias de cosméticos e farmacêutica. Por último os sulfatos (sais de Epsom) são usados como laxantes, fertilizantes para solos empobrecidos em magnésio e ainda nas indústrias têxtil e papelreira; e o cloreto é usado na obtenção do metal, na indústria têxtil e na fabricação de colas e cimentos especiais.

As aplicações do metal são múltiplas, como a construção mecânica, sobretudo nas indústrias aeronáutica e automóvel, quer como metal puro, quer sob a forma de ligas com alumínio e zinco, ou com metais menos frequentes, como o zircônio, o tório, os lantanídeos e outros.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## **Boro (B)**

# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



O boro é muito reativo de forma que é dificultada a sua ocorrência no estado livre. Contudo, pode-se encontrá-lo combinado em diversos minerais.

O boro, na sua forma combinada de bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) é utilizado desde tempos imemoriais. O bórax é usado como matéria-prima na produção de vidro de borossilicato, resistente ao calor, para usos domésticos e laboratoriais, familiarmente conhecido pela marca registrada Pirex; bem como na preparação de outros compostos de boro.

O boro elementar é duro e quebradiço, como o vidro, e portanto tem aplicações semelhantes a este. Pode ser adicionado a metais puros, ligas ou outros sólidos, para aumentar a sua resistência plástica, aumentando, assim, a rigidez do material.

O boro elementar não é significativamente tóxico, não podendo ser classificado como veneno; no entanto, quando em pó muito fino, é duro e abrasivo, podendo causar indiretamente problemas de pele, se esta for esfregada depois de estar em contato com ele.

Parecem ser indispensáveis pequenas quantidades de boro para o crescimento das plantas, mas em grandes quantidades é tóxico. O boro acumulado no corpo através da absorção, ingestão ou inalação dos seus compostos, atua sobre o sistema nervoso central, causando hipotensão, vômitos e diarreia e, em casos extremos, coma.

## **Arsênio (As)**

Devido às suas propriedades semi-metálicas, o arsênio é utilizado em metalurgia como um metal aditivo. A adição de cerca de 2% de arsênio ao chumbo permite melhorar a sua esfericidade, enquanto 3% de arsênio numa liga à base de chumbo melhora as propriedades mecânicas e otimiza o seu comportamento a elevadas temperaturas. Pode também ser adicionado em pequenas quantidades às grelhas de chumbo das baterias para aumentar a sua rigidez.

O arsênio, quando muito puro, é utilizado na tecnologia de semicondutores, para preparar arsenieto de gálio. Este composto utiliza-se na fabricação de diodos, LEDs, transistores e lasers. O arsenieto de índio é usado em detetores de infravermelho e em aplicações de efeito de Hall.

A toxicidade do arsênio depende do seu estado químico. Enquanto o arsênio metálico e o sulfureto de arsênio são praticamente inertes, o gás  $\text{AsH}_3$  é extremamente tóxico. De um modo geral, os compostos de arsênio são perigosos, principalmente devido aos seus efeitos irritantes na pele. A toxicidade destes compostos é principalmente devida à ingestão e não à inalação embora deva haver cuidados de ventilação em ambientes industriais que usem compostos de arsênio.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### **Selênio (Se)**

É um elemento raro que tem a particularidade de possuir um odor pronunciado bastante desagradável e que ocorre no estado nativo juntamente com o enxofre ou sob a forma de selenietos em certos minerais.

As principais fontes de selênio são, todavia, os minérios de cobre, dos quais o selênio é recuperado como subproduto nos processos de refinação eletrolítica. Os maiores produtores mundiais são os E.U.A., o Canadá, a Suécia, a Bélgica, o Japão e o Peru.

O selênio e os seus compostos encontram largo uso nos processos de reprodução xerográfica, na indústria vidreira (selenieto de cádmio, para produzir cor vermelho-rubi), como desgaseificante na indústria metalúrgica, como agente de vulcanização, como oxidante em certas reações e como catalisador.

O selênio elementar é relativamente pouco tóxico. No entanto, alguns dos seus compostos são extremamente perigosos. A exposição a vapores que contenham selênio pode provocar irritações dos olhos, nariz e garganta. A inalação desses vapores pode ser muito perigosa devido à sua elevada toxicidade.

## **II. PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS**

### **Coliformes Totais**

O grupo de coliformes totais constitui-se em um grande grupo de bactérias que tem sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente.

### **Coliformes Fecais**

Segundo a Portaria 36 do Ministério da Saúde, os coliformes são definidos como todos os bacilos gram-negativos, aeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativa capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície (surfactantes) com propriedades similares de inibição de crescimento e que fermentam a lactose com produção de aldeído, e gás a 35 °C, em 24-48 horas.

As bactérias do grupo coliforme são uns dos principais indicadores de contaminações fecais, originadas do trato intestinal humano e outros animais. Essas bactérias reproduzem ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



### **Estreptococos Fecais**

Os estreptococos fecais incluem várias espécies ou variedades de estreptococos, tendo no intestino de seres humanos e outros animais de sangue quente, o seu habitat usual. A presença destas bactérias pode indicar a presença de organismos patogênicos na água, causadores de doenças. Estas bactérias não conseguem se multiplicar em águas poluídas, sendo sua presença indicativa de contaminação fecal recente.

A partir de relações conhecidas entre os resultados de coliformes fecais e estreptococos fecais pode-se ter uma indicação se o material fecal presente na água é de origem humana ou animal. A relação menor que um indica que os despejos são preponderantemente provenientes de animais domésticos, enquanto que para despejos humanos a se apresenta maior que quatro. Quando a relação se encontra na faixa entre os dois valores a interpretação se torna duvidosa. Contudo, há algumas restrições para a interpretação sugerida:

- O pH da água deve se encontrar entre 4 e 9, para excluir qualquer efeito adverso do mesmo em ambos os grupos de organismo;
- devem ser feitas no mínimo duas contagens em cada amostra;
- para minimizar erros devidos a diferentes taxas de morte das bactérias, as amostras devem ser coletadas a no máximo 24 horas de fluxo a jusante da fonte geradora;
- somente devem ser empregadas contagens de coliformes fecais obtidas a 44°C.

### **III. BIOENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS**

#### **Ensaio de toxicidade Crônica**

Com ampla utilização nos países desenvolvidos, e em uso em alguns estados do Brasil, os testes de toxicidade complementam a metodologia tradicionalmente adotada através de padrões de emissão e de qualidade, para controle de poluição das águas, servindo de instrumento à melhor compreensão e fornecimento de respostas às ações que vem sendo empreendidas, no sentido de se reduzir a toxicidade do despejo líquido, de seu efeito sobre o corpo receptor, e em última instância, promover a melhoria da qualidade ambiental.

Os ensaios de toxicidade consistem na determinação do potencial tóxico de um agente químico ou de uma mistura complexa, sendo os efeitos desses poluentes detectados através da resposta de organismos vivos.



Instituto Mineiro de  
Gestão das Águas

## QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



No ensaio de toxicidade crônico o organismo aquático utilizado é a *Ceriodaphnia dubia*. São utilizadas as denominações Agudo, Crônico e Não Tóxico, para eventual descrição dos efeitos deletérios sobre os organismos aquáticos. O efeito agudo é caracterizado por uma resposta severa e rápida a um estímulo, a qual se manifesta nos organismos aquáticos em tempos relativamente curtos (0 a 96 horas), sendo o efeito morte o mais observado. O efeito crônico caracteriza-se pela resposta a um estímulo que continua por longos períodos de exposição do organismo ao poluente (1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo) e podem ser expressas através de mudanças comportamentais, alterações fisiológicas, genéticas e de reprodução, etc.

Quando da ocorrência de eventos caracterizando efeito agudo ou crônico nas amostras de água coletada, pode-se considerar que os respectivos corpos de água que estão sendo avaliados não apresentam condições adequadas para a manutenção da vida aquática.



# QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS EM 2001



## **Anexo E** **Resultados dos Parâmetros e Indicadores de Qualidade** **das Águas em 2001**



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas  
- UPRGH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP026	BP026	BP026	BP026
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Classe					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data					5/2/2001	2/4/2001	6/8/2001	8/10/2001
Hora					12:15	12:05	11:50	12:00
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	33,0	28,0	25,0	20,0
Temperatura da Água				° C	27,0	23,8	19,0	20,8
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,07	7,02	6,88	6,74
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,54	7,72	7,35	6,91
Condutividade Elétrica				µmho/cm	42,40	33,80	44,00	45,70
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				48,00
Turbidez	40	100	100	NTU	<b>48,60</b>	<b>54,20</b>	10,40	21,80
Cor	30	75	75	UPt	<b>40,00</b>	<b>60,00</b>	<b>40,00</b>	<b>40,00</b>
Sólidos Totais				mg / L	90,00	88,00	51,00	57,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	39,00	46,00	45,00	44,00
Sólidos Suspensão				mg / L	51,00	42,00	6,00	13,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,60		18,90	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,70		16,50	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,00		10,70	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,70		5,80	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	0,95	0,65	< 0,30	1,24
Potássio				mg / L K	1,06		1,05	
Sódio				mg / L Na	2,99		3,93	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,20		< 1,00	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>		< <b>0,50</b>	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	0,01	0,01
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	< 0,10		0,10	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,14	0,21	0,09	0,12
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004	0,004	0,006	0,005
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	8,97E-04	6,40E-04	3,29E-04	2,72E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,6	7,1	7,8	7,4
% OD Saturação				%	90,9	91,4	90,7	89,4
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	2	< 2
DQO				mg / L	5		7	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	<b>0,02</b>		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	<b>0,003</b>	<b>0,002</b>
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	<b>3</b>		<b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>24.000</b>	<b>14.000</b>	<b>9.000</b>	<b>7.000</b>
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>8.000</b>	<b>5.000</b>	<b>5.000</b>	<b>5.000</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	3.000		5.000	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0004	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,035		0,024	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,009	0,008	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,004
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	<b>0,45</b>	0,21	0,29	<b>0,53</b>
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,116		0,062	0,102
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		0,006	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,10		0,04	
IQA					<b>58,8</b>	<b>59,6</b>	<b>64,5</b>	<b>62,8</b>
IT					<b>MÉDIA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>ALTA</b>	<b>MÉDIA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	10,08	10,88	3,58	4,59



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
- UPRGH SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP027	BP027	BP027	BP027
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					5/2/2001	2/4/2001	6/8/2001	8/10/2001
Hora					13:55	12:40	13:00	13:15
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	32,0	28,0	24,0	20,0
Temperatura da Água				° C	29,0	24,1	19,0	20,3
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,10	7,10	7,10	6,78
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,37	7,69	7,47	7,01
Condutividade Elétrica				µmho/cm	69,70	70,20	101,60	106,60
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				103,00
Turbidez	40	100	100	NTU	31,90	<b>60,50</b>	7,12	18,60
Cor	30	75	75	UPt	10,00		35,00	
Sólidos Totais				mg / L	85,00	112,00	79,00	84,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	48,00	62,00	45,00	70,00
Sólidos Suspensão				mg / L	37,00	50,00	34,00	14,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	26,10		30,30	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	27,40		31,60	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	21,20		23,80	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,20		7,80	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,39	2,67	6,00	5,66
Potássio				mg / L K	1,52		2,16	
Sódio				mg / L Na	4,01		9,51	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	3,60		5,30	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,03	<b>0,04</b>	0,01	<b>0,06</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,50		0,30	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	0,10	0,10	0,30
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,16	0,66	1,38	0,39
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,039	0,140	0,211	0,082
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	1,10E-03	7,85E-04	5,45E-04	8,62E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,6	6,9	7,8	7,1
% OD Saturação				%	94,8	89,4	90,7	84,8
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	3	2
DQO				mg / L	19		19	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	<b>2</b>		< <b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	0,07	0,07
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>24.000</b>	<b>24.000</b>	<b>8.000</b>	<b>5.000</b>
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>5.000</b>	<b>13.000</b>	<b>2.200</b>	<b>5.000</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	800		800	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0004		0,0009	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,029	0,027	0,028	0,040
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,008	0,006	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	0,004	0,005
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,31	0,18	0,22	0,34
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,450</b>		<b>0,355</b>	<b>0,966</b>
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	<b>0,3</b>		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	0,010	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,14	0,02	0,04	0,03
IQA					<b>62,2</b>	<b>55,2</b>	<b>64,4</b>	<b>60,9</b>
IT					<b>MÉDIA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>MÉDIA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	26,79	28,48	10,73	15,08



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
**- UPRGH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP029	BP029	BP029	BP029
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					6/2/2001	3/4/2001	7/8/2001	9/10/2001
Hora					10:00	10:10	9:45	10:30
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	26,0	27,0	21,0	21,0
Temperatura da Água				° C	25,0	23,9	18,0	20,2
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,16	7,20	6,94	6,75
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,43	7,80	7,58	7,31
Condutividade Elétrica				µmho/cm	67,00	65,40	87,70	88,10
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				94,00
Turbidez	40	100	100	NTU	35,60	<b>81,80</b>	13,30	24,30
Cor	30	75	75	UPt	10,00		<b>40,00</b>	
Sólidos Totais				mg / L	117,00	152,00	74,00	78,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	45,00	58,00	66,00	67,00
Sólidos Suspensão				mg / L	72,00	94,00	8,00	11,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	23,60		25,20	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	33,50		28,20	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	26,20		21,20	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	7,30		7,00	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,53	2,60	3,72	4,16
Potássio				mg / L K	1,38		1,86	
Sódio				mg / L Na	3,86		7,94	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	3,10		4,30	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>		< <b>0,50</b>	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,01	<b>0,05</b>	0,02	<b>0,07</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,50		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,10	0,10	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,84	0,60	0,58	0,56
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,021	0,018	0,056	0,029
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	9,59E-04	9,73E-04	3,51E-04	2,66E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	7,0	7,3	8,5	7,7
% OD Saturação				%	92,0	93,7	96,3	91,4
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	2	< 2
DQO				mg / L	19		10	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	<b>0,02</b>		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	<b>0,002</b>	< 0,001	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	<b>1</b>		< <b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		0,07	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>24.000</b>	<b>13.000</b>	350	350
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>5.000</b>	<b>5.000</b>	110	110
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	1.100		30	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0008		0,0012	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,032		0,020	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,008		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004	0,009	< 0,004	< 0,004
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	<b>0,37</b>	0,21	0,15	<b>0,41</b>
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,466</b>		0,098	<b>0,235</b>
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,09		< 0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					<b>60,6</b>	<b>56,6</b>	<b>76,5</b>	<b>73,0</b>
IT					<b>MÉDIA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>MÉDIA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	29,68	30,13	11,62	17,09



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
**- UPRGH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP036	BP036	BP036	BP036
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					6/2/2001	3/4/2001	7/8/2001	9/10/2001
Hora					12:05	11:45	11:30	12:06
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	32,0	30,0	25,0	24,0
Temperatura da Água				° C	28,0	25,2	20,0	22,6
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,17	7,25	7,21	6,97
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,56	7,74	7,61	7,41
Condutividade Elétrica				µmho/cm	60,50	52,80	75,20	71,30
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				72,00
Turbidez	40	100	100	NTU	17,60	<b>96,80</b>	12,50	40,80
Cor	30	75	75	UPt	5,00		30,00	
Sólidos Totais				mg / L	105,00	135,00	66,00	80,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	43,00	55,00	58,00	53,00
Sólidos Suspensão				mg / L	62,00	80,00	8,00	27,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,90		22,90	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	26,50		24,70	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	19,10		19,20	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	7,40		5,50	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,15	2,40	2,88	3,42
Potássio				mg / L K	1,74		1,80	
Sódio				mg / L Na	4,10		6,96	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	3,00		3,70	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>		< <b>0,50</b>	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,01	0,03	0,02	<b>0,04</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,40		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	0,50	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,71	0,52	0,30	0,38
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006	0,003	0,006	0,004
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	1,21E-03	5,97E-03	7,54E-04	5,24E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,9	7,6	7,7	7,6
% OD Saturação				%	96,2	99,8	90,6	94,5
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	2	< 2
DQO				mg / L	12		< 5	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,001	< 0,001	<b>0,002</b>	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< <b>1</b>		< <b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		0,06	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>8.000</b>	<b>5.000</b>	280	280
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>5.000</b>	<b>1.700</b>	170	130
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	2.400		30	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0054		0,0005	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,027		0,016	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	0,009	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,26	0,16	0,12	0,30
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,352</b>		0,070	<b>0,191</b>
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,07		< 0,02	
IQA					<b>62,9</b>	<b>59,8</b>	<b>76,0</b>	<b>72,7</b>
IT					<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>BAIXA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	45,98	37,56	14,58	19,13



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
- UPRH SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP068	BP068	BP068	BP068
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					6/2/2001	3/4/2001	7/8/2001	9/10/2001
Hora					13:55	13:05	13:10	13:40
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	33,0	32,0	27,0	21,0
Temperatura da Água				° C	29,0	25,8	22,0	22,5
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,14	7,27	6,98	6,62
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,46	7,71	7,80	7,37
Condutividade Elétrica				µmho/cm	57,60	52,20	69,00	67,20
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				68,00
Turbidez	40	100	100	NTU	9,10	<b>77,60</b>	9,23	<b>54,40</b>
Cor	30	75	75	UPt	20,00		30,00	
Sólidos Totais				mg / L	99,00	112,00	63,00	89,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	41,00	56,00	58,00	54,00
Sólidos Suspensão				mg / L	58,00	56,00	5,00	35,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,60		22,50	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	33,80		22,40	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,20		18,10	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,60		4,30	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,18	1,93	2,24	2,84
Potássio				mg / L K	2,94		1,75	
Sódio				mg / L Na	3,94		6,19	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,00		4,40	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>		< <b>0,50</b>	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,16</b>	<b>0,05</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	< 0,10		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	2,00	< 0,10	1,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,75	0,51	0,26	0,30
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006	0,002	0,004	0,004
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	1,21E-03	<b>2,61E-02</b>	5,14E-04	2,56E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,5	7,2	8,1	6,5
% OD Saturação				%	92,1	95,3	99,0	80,3
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	2	< 2
DQO				mg / L	7		7	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,001	< 0,001	<b>0,002</b>	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< <b>1</b>		< <b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		0,11	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>17.000</b>	<b>50.000</b>	<b>1.400</b>	<b>14.000</b>
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>17.000</b>	<b>11.000</b>	<b>1.100</b>	<b>5.000</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	7.000		30	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,025		0,024	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,006		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,23	0,20	0,12	<b>0,44</b>
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,303</b>		0,065	<b>0,187</b>
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		0,007	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,06		0,05	
Toxicidade crônica							Crônico	Não Tóxico
IQA					<b>58,8</b>	<b>55,4</b>	<b>66,9</b>	<b>57,4</b>
IT					<b>BAIXA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>BAIXA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	49,97	42,63	15,74	27,76



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
**- UPRH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP070	BP070	BP070	BP070
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					6/2/2001	4/4/2001	8/8/2001	10/10/2001
Hora					15:35	12:45	13:00	13:00
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	34,0	30,0	27,0	26,0
Temperatura da Água				° C	29,0	27,3	20,0	22,8
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,12	7,23	6,95	7,04
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,48	7,73	7,64	6,91
Condutividade Elétrica				µmho/cm	64,10	55,60	76,30	97,10
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				113,00
Turbidez	40	100	100	NTU	<b>57,00</b>	<b>89,50</b>	6,48	35,40
Cor	30	75	75	UPt	20,00		25,00	
Sólidos Totais				mg / L	116,00	110,00	65,00	89,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	35,00	59,00	56,00	81,00
Sólidos Suspensão				mg / L	81,00	51,00	9,00	8,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	20,40		21,70	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	26,60		26,30	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,80		16,10	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	10,80		10,20	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,72	2,35	3,54	7,76
Potássio				mg / L K	1,80		1,98	
Sódio				mg / L Na	5,02		6,89	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,20		4,10	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>		< <b>0,50</b>	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,02	0,03	0,01	<b>0,05</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,10		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,66	0,40	0,34	0,44
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,010	0,005	0,007	0,013
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	1,15E-03	1,32E-03	4,15E-04	6,24E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,6	6,7	8,1	7,2
% OD Saturação				%	93,5	91,6	94,9	89,5
DBO	3	5	10	mg / L	2	< 2	< 2	3
DQO				mg / L	14		< 5	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,001	< 0,001	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< <b>1</b>		<b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		0,08	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>24.000</b>	<b>17.000</b>	500	<b>90.000</b>
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>3.500</b>	<b>11.000</b>	240	<b>17.000</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	7.000		23	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0007		0,0007	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,029		0,021	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	0,011	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,32	0,22	0,15	0,33
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,281</b>		0,063	<b>0,149</b>
Mercúrio	0,2	0,2	2	mg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		0,008	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,10		0,08	
Toxicidade crônica								
IQA					<b>60,2</b>	<b>54,7</b>	<b>75,8</b>	<b>55,9</b>
IT					<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>MÉDIA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	50,66	39,81	15,41	23,66



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
**- UPGRH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP071	BP071	BP071	BP071
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3
Classe					Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3
Data					7/2/2001	4/4/2001	8/8/2001	10/10/2001
Hora					10:00	11:35	11:05	11:20
Tempo					Chuvoso	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	27,0	29,0	22,0	25,0
Temperatura da Água				° C	27,0	25,3	19,0	21,6
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,97	7,16	7,14	7,05
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,32	7,53	7,33	7,15
Condutividade Elétrica				µmho/cm	197,50	338,10	501,50	363,60
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				382,00
Turbidez	40	100	100	NTU	<b>54,70</b>	<b>73,60</b>	<b>60,70</b>	33,70
Cor	30	75	75	UPt	10,00		<b>60,00</b>	
Sólidos Totais				mg / L	507,00	273,00	305,00	250,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	94,00	203,00	249,00	240,00
Sólidos Suspensão				mg / L	413,00	70,00	56,00	10,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	67,70		150,40	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	64,20		80,10	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	50,30		67,40	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,90		12,70	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	11,15	19,91	45,36	29,64
Potássio				mg / L K	5,80		10,80	
Sódio				mg / L Na	13,01		42,90	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	12,30		14,70	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,01	<b>0,43</b>	<b>1,29</b>	<b>0,37</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,20		3,10	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	3,30	< 0,10	9,30	7,00
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,12	0,06	0,03	0,10
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,011	0,003	0,006	0,038
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	2,35E-02	9,79E-04	<b>5,55E-02</b>	<b>4,10E-02</b>
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>1,9</b>
% OD Saturação				%	13,6	<b>3,9</b>	9,2	23,0
DBO	3	5	10	mg / L	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>40</b>	<b>12</b>
DQO				mg / L	69		120	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	<b>0,004</b>	<b>0,008</b>	<b>0,012</b>	<b>0,006</b>
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	<b>2</b>		<b>2</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	<b>1,76</b>	<b>0,79</b>
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	> <b>160.000</b>	> <b>160.000</b>	<b>5.000</b>	> <b>160.000</b>
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	> <b>160.000</b>	> <b>160.000</b>	<b>300</b>	<b>14.000</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	160.000		90.000	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0047		0,0007	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,174		0,097	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005		< 0,0005	
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	<b>0,037</b>		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,011		0,008	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,05	0,07	0,25	0,25
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,325</b>		<b>0,214</b>	<b>0,202</b>
Mercúrio	0,2	0,2	2	mg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	<b>0,30</b>	0,04	0,06	0,03
IQA					<b>23,2</b>	<b>19,2</b>	<b>24,5</b>	<b>34,1</b>
IT					<b>ALTA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>ALTA</b>	<b>ALTA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s				



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
**- UPRGH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP072	BP072	BP072	BP072
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					7/2/2001	4/4/2001	8/8/2001	10/10/2001
Hora					11:20	10:50	10:30	10:05
Tempo					Bom	Nublado	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	28,0	27,0	24,0	25,0
Temperatura da Água				° C	28,0	26,3	22,0	23,8
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,99	7,21	7,02	6,79
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,31	7,78	7,52	7,11
Condutividade Elétrica				µmho/cm	86,10	68,30	100,80	139,20
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				155,00
Turbidez	40	100	100	NTU	<b>51,00</b>	<b>60,90</b>	10,70	<b>76,40</b>
Cor	30	75	75	UPt	5,00		<b>40,00</b>	
Sólidos Totais				mg / L	109,00	98,00	75,00	149,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	50,00	73,00	71,00	111,00
Sólidos Suspensão				mg / L	59,00	25,00	4,00	38,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	31,30		30,00	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	28,30		30,60	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	24,30		20,80	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	4,00		9,80	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	3,81	4,25	5,74	11,93
Potássio				mg / L K	2,09		2,54	
Sódio				mg / L Na	5,68		8,97	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,80		4,10	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	<b>0,12</b>	<b>0,04</b>	<b>0,13</b>	<b>0,08</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,80		0,30	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,60	< 0,10	0,10	0,40
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,57	0,39	0,35	0,35
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,018	0,012	0,047	0,032
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	4,80E-03	1,18E-03	5,63E-04	1,51E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	5,7	7,1	7,4	6,7
% OD Saturação				%	79,1	95,0	90,4	85,0
DBO	3	5	10	mg / L	<b>4</b>	< 2	2	3
DQO				mg / L	21		18	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,001	< 0,001	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< <b>1</b>		< <b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	<b>1,24</b>	0,24	0,06
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	> <b>160.000</b>	<b>11.000</b>	<b>50.000</b>	<b>50.000</b>
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	> <b>160.000</b>	<b>3.000</b>	<b>11.000</b>	<b>22.000</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	> 160.000		1.100	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0006		0,0009	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,051		0,024	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,013	< 0,005	< 0,005	0,011
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,006		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,23	0,25	0,14	<b>0,37</b>
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,331</b>		0,072	<b>0,155</b>
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,18	0,02	0,04	0,05
Toxicidade crônica							Não Tóxico	Não Tóxico
IQA					<b>44,3</b>	<b>60,8</b>	<b>58,9</b>	<b>50,9</b>
IT					<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>MÉDIA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	60,84	41,07	15,66	24,53



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
- UPGRH SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP076	BP076	BP076	BP076
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					9/2/2001	6/4/2001	10/8/2001	12/10/2001
Hora					10:30	11:00	9:45	8:45
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	28,0	29,0	23,0	23,0
Temperatura da Água				° C	30,0	25,4	21,0	22,3
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,30	7,38	7,40	7,22
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,62	7,87	7,69	7,47
Condutividade Elétrica				µmho/cm	127,80	134,00	222,00	152,90
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				208,00
Turbidez	40	100	100	NTU	<b>73,10</b>	<b>60,20</b>	19,20	<b>52,30</b>
Cor	30	75	75	UPt	<b>75,00</b>		<b>50,00</b>	
Sólidos Totais				mg / L	199,00	155,00	169,00	169,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	88,00	123,00	163,00	143,00
Sólidos Suspensão				mg / L	111,00	32,00	6,00	26,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	60,50		89,30	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	43,10		38,00	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	28,70		29,30	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	14,40		8,70	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	5,09	2,75	14,04	9,29
Potássio				mg / L K	2,12		3,20	
Sódio				mg / L Na	11,93		39,30	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,10		3,20	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>		< <b>0,50</b>	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,03	0,02	<b>0,04</b>	0,02
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,20		0,30	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	0,20	0,40	< 0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,30	0,18	0,18	0,09
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,005	0,002	0,002	0,004
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	1,86E-03	3,26E-03	5,00E-03	9,09E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,1	6,8	7,6	6,4
% OD Saturação				%	88,1	89,1	90,7	78,5
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	26		8	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	<b>0,002</b>	< 0,001	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	<b>1</b>		<b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>1.300</b>	1.100	500	<b>1.300</b>
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	220	220	<b>300</b>	220
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	800		50	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0004	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,080		0,051	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,010	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,16	0,10	<b>0,72</b>	<b>0,93</b>
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,146</b>		0,036	0,078
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,06	0,02	0,11	<b>0,30</b>
Toxicidade crônica							Não Tóxico	Não Tóxico
IQA					<b>67,9</b>	<b>70,0</b>	<b>72,6</b>	<b>69,5</b>
IT					<b>MÉDIA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>MÉDIA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	16,87	6,35	2,90	7,00



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
**- UPRGH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP078	BP078	BP078	BP078
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					9/2/2001	6/4/2001	10/8/2001	12/10/2001
Hora					13:50	13:00	12:10	10:45
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	33,0	30,0	26,0	28,0
Temperatura da Água				° C	31,0	27,2	22,0	24,0
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,16	7,41	7,22	7,06
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,47	7,91	7,78	7,29
Condutividade Elétrica				µmho/cm	78,10	83,50	102,90	55,10
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				109,00
Turbidez	40	100	100	NTU	15,80	135,00	13,80	49,40
Cor	30	75	75	UPt	15,00		20,00	
Sólidos Totais				mg / L	151,00	168,00	84,00	117,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	63,00	82,00	77,00	74,00
Sólidos Suspensão				mg / L	88,00	86,00	7,00	43,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	31,80		31,80	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	26,90		32,20	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,30		23,60	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	8,60		8,60	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,84	4,41	5,29	5,28
Potássio				mg / L K	1,87		2,32	
Sódio				mg / L Na	5,93		9,48	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,10		3,40	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50		< 0,50	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,02	0,02	0,04	0,08
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	< 0,10		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,96	0,65	1,32	0,08
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,002	0,002	0,004	0,007
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	1,44E-03	1,97E-03	8,90E-04	7,11E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,8	6,8	7,7	7,9
% OD Saturação				%	99,8	92,0	93,3	99,9
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	< 2	< 2
DQO				mg / L	23		16	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,003	< 0,001	0,001	0,002
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	2		1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	3.000	3.000	130	1.100
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	170	500	80	220
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	700		23	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0008		0,0014	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,052		0,029	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,005	< 0,004	< 0,004	0,005
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,16	0,21	0,08	0,30
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,381		0,047	0,139
Mercúrio	0,2	0,2	2	mg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,04		0,06	
Toxicidade crônica								
IQA					74,0	56,9	75,2	70,3
IT					ALTA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA
Vazão				m <sup>3</sup> /s	122,28	69,08	29,99	54,88



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
**- UPGRH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP079	BP079	BP079	BP079
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Classe					Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1
Data					5/2/2001	2/4/2001	6/8/2001	8/10/2001
Hora					11:25	11:15	11:00	11:15
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	36,0	26,0	19,0	20,0
Temperatura da Água				° C	33,0	23,3	16,0	19,9
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,07	7,16	6,93	6,92
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,53	7,68	7,64	7,22
Condutividade Elétrica				µmho/cm	43,40	44,40	51,90	55,40
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				60,00
Turbidez	40	100	100	NTU	<b>297,00</b>	39,50	8,55	15,90
Cor	30	75	75	UPt	30,00		<b>40,00</b>	
Sólidos Totais				mg / L	85,00	77,00	51,00	61,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	30,00	48,00	50,00	54,00
Sólidos Suspensão				mg / L	55,00	29,00	1,00	7,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	23,00		24,40	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	18,40		19,90	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,00		13,50	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	7,40		6,40	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	1,48	0,90	< 0,30	1,24
Potássio				mg / L K	1,13		0,99	
Sódio				mg / L Na	2,69		3,87	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,40		1,30	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>		< <b>0,50</b>	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,03	0,02	<b>0,08</b>	0,02
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,20		0,20	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	7,30	0,30	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,69	0,17	0,21	0,14
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,004	0,004	0,003	0,006
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	1,34E-03	<b>6,21E-02</b>	8,87E-04	3,85E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,4	7,4	7,9	7,9
% OD Saturação				%	100,4	94,5	86,5	93,9
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	< 2	2	< 2
DQO				mg / L	24		25	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	< 0,001	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	<b>3</b>		< <b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		< 0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>11.000</b>	<b>5.000</b>	700	800
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>5.000</b>	<b>1.700</b>	<b>700</b>	<b>500</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	700		80	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,027		0,021	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,008		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	<b>0,40</b>	0,27	0,32	<b>0,73</b>
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,139</b>		0,089	0,115
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,03		0,03	
IQA					<b>50,3</b>	<b>65,5</b>	<b>69,4</b>	<b>72,1</b>
IT					<b>BAIXA</b>	<b>ALTA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>ALTA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	7,96	4,55	1,42	2,22



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
**- UPGRH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP080	BP080	BP080	BP080
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					5/2/2001	2/4/2001	6/8/2001	8/10/2001
Hora					15:10	13:45	14:30	14:15
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	33,0	29,0	25,0	21,0
Temperatura da Água				° C	26,0	24,5	20,0	20,4
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,09	7,14	7,29	6,89
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,36	7,63	7,63	7,16
Condutividade Elétrica				µmho/cm	147,20	146,40	187,90	131,60
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				176,00
Turbidez	40	100	100	NTU	43,60	23,70	8,73	11,80
Cor	30	75	75	UPt	5,00		30,00	
Sólidos Totais				mg / L	121,00	119,00	124,00	118,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	71,00	94,00	120,00	105,00
Sólidos Suspensão				mg / L	50,00	25,00	4,00	13,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	37,70		46,70	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	47,50		57,70	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	38,10		42,50	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,40		15,20	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	9,37	10,68	11,20	10,38
Potássio				mg / L K	2,38		3,40	
Sódio				mg / L Na	7,87		15,70	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	9,50		14,10	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,11	0,05	0,10	0,15
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,40		0,90	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,30	0,30	1,10	1,00
Nitrato	10	10	10	mg / L N	2,32	1,65	2,46	0,73
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,190	0,353	0,682	0,189
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	2,63E-03	2,65E-03	9,95E-03	3,73E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	4,9	5,6	8,4	5,5
% OD Saturação				%	66,1	73,2	99,8	65,9
DBO	3	5	10	mg / L	5	4	4	4
DQO				mg / L	12		29	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	< 0,001	0,002	0,002	0,001
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		2	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	0,07	0,10	0,18	0,10
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	> 160.000	> 160.000	50.000	30.000
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	> 160.000	> 160.000	30.000	30.000
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	5.000		3.000	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0008		0,0022	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,044	0,043	0,052	0,070
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,004
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,22	0,12	0,23	0,43
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	1,440		1,341	2,088
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005	< 0,0005	0,0013	< 0,0005
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,08	0,02	0,06	0,04
IQA					40,9	45,1	52,2	50,3
IT					BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	BAIXA
Vazão				m <sup>3</sup> /s	6,88	9,47	1,26	4,32



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
**- UPGRH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP082	BP082	BP082	BP082
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					8/2/2001	5/4/2001	9/8/2001	11/10/2001
Hora					9:10	11:30	11:20	11:15
Tempo					Bom	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	25,0	30,0	24,0	26,0
Temperatura da Água				° C	28,0	26,5	20,0	23,7
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	7,11	6,90	6,93
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,50	7,90	7,69	6,96
Condutividade Elétrica				µmho/cm	65,30	73,90	94,00	148,70
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				156,00
Turbidez	40	100	100	NTU	36,90	<b>97,50</b>	14,50	<b>77,00</b>
Cor	30	75	75	UPt	25,00		25,00	
Sólidos Totais				mg / L	163,00	139,00	95,00	138,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	52,00	66,00	70,00	114,00
Sólidos Suspensão				mg / L	111,00	73,00	25,00	24,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	24,10		23,30	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	19,40		26,30	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	13,70		19,80	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	5,70		6,50	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	3,02	4,39	6,07	13,54
Potássio				mg / L K	2,11		2,40	
Sódio				mg / L Na	4,84		9,31	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	2,10		3,80	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>		< <b>0,50</b>	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,20		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	0,20	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,74	0,65	1,53	0,78
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,021	0,019	0,028	0,033
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	8,18E-04	1,90E-03	3,70E-04	5,17E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,0	6,0	7,7	6,5
% OD Saturação				%	83,1	80,5	90,0	82,1
DBO	3	5	10	mg / L	2	2	2	< 2
DQO				mg / L	20		9	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	<b>0,003</b>		0,001	
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	<b>1</b>		<b>2</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	0,06	0,06	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>24.000</b>	<b>8.000</b>	900	<b>13.000</b>
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>5.000</b>	<b>1.300</b>	<b>500</b>	<b>3.000</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	8.000		230	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0005		0,0007	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,044		0,024	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,013	0,015	< 0,005	0,007
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	<b>0,67</b>	0,16	0,07	<b>0,99</b>
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,335</b>		0,048	<b>0,139</b>
Mercúrio	0,2	0,2	2	mg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,05		0,05	
Toxicidade crônica							Não Tóxico	Crônico
IQA					<b>58,6</b>	<b>57,6</b>	<b>68,0</b>	<b>57,2</b>
IT					<b>ALTA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	80,99	50,45	21,69	39,75



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
- UPRGH SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP083	BP083	BP083	BP083
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					9/2/2001	6/4/2001	10/8/2001	12/10/2001
Hora					11:00	11:30	10:25	9:45
Tempo					Bom	Bom	Bom	Bom
Temperatura do Ar				° C	28,0	29,0	24,0	24,0
Temperatura da Água				° C	29,0	26,4	20,0	23,2
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,22	7,30	7,46	7,02
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,32	7,79	7,58	7,22
Condutividade Elétrica				µmho/cm	69,70	78,90	97,30	82,80
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				132,00
Turbidez	40	100	100	NTU	<b>71,10</b>	<b>107,00</b>	20,20	<b>69,70</b>
Cor	30	75	75	UPt	30,00		20,00	
Sólidos Totais				mg / L	154,00	161,00	88,00	140,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	50,00	80,00	73,00	86,00
Sólidos Suspensão				mg / L	104,00	81,00	15,00	54,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	25,20		25,90	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	25,80		29,00	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	19,20		20,00	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	6,60		9,00	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	3,88	4,49	5,61	12,40
Potássio				mg / L K	2,03		2,38	
Sódio				mg / L Na	5,67		10,60	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,90		3,80	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>		< <b>0,50</b>	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,80		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,20	0,10	< 0,10	0,20
Nitrato	10	10	10	mg / L N	1,03	0,42	1,42	0,18
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,006	0,007	0,004	0,009
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	2,89E-03	1,45E-03	1,33E-03	1,23E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,1	6,6	8,0	7,7
% OD Saturação				%	86,3	88,3	93,5	96,3
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	3	< 2
DQO				mg / L	29		5	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	<b>0,002</b>	< 0,001	0,001	<b>0,003</b>
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	<b>3</b>		< <b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		0,11	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>7.000</b>	<b>9.000</b>	350	1.100
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>1.300</b>	<b>280</b>	170	<b>800</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	1.300		70	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0008		0,0005	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,049		0,025	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0008
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	0,006	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	0,007	< 0,004	< 0,004	0,004
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,17	0,12	0,10	0,26
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,346</b>		0,038	<b>0,162</b>
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,06	0,02	0,02	0,03
Toxicidade crônica							Não Tóxico	Não Tóxico
IQA					<b>60,1</b>	<b>58,3</b>	<b>70,9</b>	<b>64,7</b>
IT					<b>MÉDIA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>ALTA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	104,53	59,05	25,64	46,91



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
**- UPGRH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP084	BP084	BP084	BP084
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					5/2/2001	2/4/2001	6/8/2001	8/10/2001
Hora					10:25	10:25	9:45	10:10
Tempo					Bom	Bom	Bom	Chuvoso
Temperatura do Ar				° C	31,0	25,0	17,0	19,0
Temperatura da Água				° C	28,0	23,1	17,0	19,7
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,78	6,83	6,66	6,74
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,22	7,35	7,64	7,04
Condutividade Elétrica				µmho/cm	170,20	150,50	230,20	150,20
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				190,00
Turbidez	40	100	100	NTU	<b>88,50</b>	12,90	22,20	20,00
Cor	30	75	75	UPt	10,00		<b>60,00</b>	
Sólidos Totais				mg / L	123,00	109,00	134,00	124,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	79,00	88,00	125,00	111,00
Sólidos Suspensão				mg / L	44,00	21,00	9,00	13,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	42,10		76,60	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	63,40		51,20	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	28,00		29,00	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	35,40		22,20	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	5,19	5,35	11,44	7,69
Potássio				mg / L K	2,26		4,05	
Sódio				mg / L Na	6,60		16,30	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	25,60		12,60	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>	< <b>0,50</b>
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,55</b>	<b>0,08</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,50		1,00	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	2,00	0,30	4,30	3,70
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,21	0,20	0,24	0,51
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,046	0,069	0,003	0,020
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	9,89E-03	1,18E-03	7,36E-03	9,28E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	<b>3,4</b>	<b>3,5</b>	<b>1,4</b>	<b>2,8</b>
% OD Saturação				%	48,2	44,7	15,7	33,3
DBO	3	5	10	mg / L	3	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>5</b>
DQO				mg / L	27		46	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	<b>0,004</b>	0,001	<b>0,006</b>	<b>0,003</b>
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	<b>2</b>		< <b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	0,17	<b>1,07</b>	0,28
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>24.000</b>	<b>17.000</b>	> <b>160.000</b>	<b>11.000</b>
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>13.000</b>	<b>11.000</b>	> <b>160.000</b>	<b>11.000</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	5.000		30.000	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	0,0006		0,0024	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,096	0,067	0,123	0,110
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,005
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	<b>0,44</b>	0,26	<b>0,52</b>	<b>0,97</b>
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>9,824</b>		<b>3,630</b>	<b>5,125</b>
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,17	0,03	0,02	< 0,02
IQA					<b>45,1</b>	<b>48,2</b>	<b>25,7</b>	<b>44,1</b>
IT					<b>ALTA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>ALTA</b>	<b>ALTA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	2,51	3,46	0,46	1,58



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas  
- UPGRH SF03 -**

Variável	Padrão			Unidade	BP086	BP086	BP086	BP086
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					6/2/2001	3/4/2001	7/8/2001	9/10/2001
Hora					14:35	13:45	13:45	14:45
Tempo					Bom	Bom	Bom	Chuvoso
Temperatura do Ar				° C	34,0	30,0	26,0	21,0
Temperatura da Água				° C	29,0	25,9	19,0	22,3
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,24	7,36	7,16	7,22
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,51	7,87	7,71	7,73
Condutividade Elétrica				µmho/cm	206,20	240,90	152,50	421,70
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				444,00
Turbidez	40	100	100	NTU	<b>106,00</b>	11,10	6,46	<b>57,20</b>
Cor	30	75	75	UPt	5,00		30,00	
Sólidos Totais				mg / L	145,00	158,00	102,00	293,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	99,00	151,00	99,00	256,00
Sólidos Suspensão				mg / L	46,00	7,00	3,00	37,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	50,30		37,30	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	52,40		43,00	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	42,90		33,60	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,50		9,40	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	13,65	20,71	11,10	52,19
Potássio				mg / L K	3,35		3,07	
Sódio				mg / L Na	21,22		16,10	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	11,30		7,30	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>		< <b>0,50</b>	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	0,01	<b>0,04</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,70		0,40	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,20
Nitrato	10	10	10	mg / L N	1,20	2,29	0,48	0,81
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,129	0,106	0,054	0,040
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	1,51E-03	1,61E-03	6,25E-04	1,82E-03
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,9	6,2	8,6	7,8
% OD Saturação				%	97,8	82,3	98,6	96,0
DBO	3	5	10	mg / L	2	2	2	2
DQO				mg / L	8		11	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	<b>0,003</b>	< 0,001	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	<b>3</b>		< <b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05		0,05	
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>2.400</b>	<b>24.000</b>	<b>2.200</b>	<b>30.000</b>
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>1.100</b>	<b>8.000</b>	<b>1.700</b>	<b>13.000</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	5.000		1.100	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0041	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,068		0,048	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,15	0,16	0,29	0,11
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,315</b>		0,083	<b>0,384</b>
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		<b>1,3</b>	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		< 0,004	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,16		< 0,02	
Toxicidade crônica								
IQA					<b>53,6</b>	<b>57,3</b>	<b>68,7</b>	<b>54,5</b>
IT					<b>ALTA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>ALTA</b>	<b>ALTA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s				



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
- UPRGH SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP088	BP088	BP088	BP088
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					7/2/2001	4/4/2001	8/8/2001	10/10/2001
Hora					8:45	9:30	9:20	9:00
Tempo					Chuvoso	Bom	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	24,0	25,0	18,0	22,0
Temperatura da Água				° C	26,0	26,1	20,0	21,9
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		6,91	11,20	7,84	5,13
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,13	11,34	7,97	5,36
Condutividade Elétrica				µmho/cm	127,60	675,80	171,40	175,40
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				192,00
Turbidez	40	100	100	NTU	74,70	287,00	66,50	25,60
Cor	30	75	75	UPt	5,00		25,00	
Sólidos Totais				mg / L	114,00	404,00	200,00	156,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	61,00	208,00	106,00	132,00
Sólidos Suspensão				mg / L	53,00	196,00	94,00	24,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	41,80		53,50	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	46,90		61,30	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	35,00		52,70	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	11,90		8,60	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	7,94	9,62	15,13	12,59
Potássio				mg / L K	4,08		4,43	
Sódio				mg / L Na	7,49		10,50	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	5,70		7,60	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,03	0,04	0,03	0,06
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	0,20		0,80	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	0,10	< 0,10	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,15	0,11	0,13	0,25
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,005	0,004	0,003	0,002
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	5,80E-04	1,20E-01	3,15E-03	7,24E-06
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,5	7,0	7,8	7,4
% OD Saturação				%	87,6	94,6	92,6	91,5
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	6	< 2	< 2
DQO				mg / L	13		30	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,001	< 0,001	0,002	0,002
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< 1		< 1	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	0,09	< 0,05	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	< 2	< 2	2	< 2
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	< 2	< 2	< 2	< 2
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	< 2		2	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		0,0007	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,072		0,102	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005		< 0,0005	
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	< 0,005		< 0,005	
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,06	< 0,03	0,03	0,20
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	0,306		0,215	0,176
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,10	0,07	0,19	0,04
Toxicidade crônica								
IQA					79,8	43,8	80,8	72,8
IT					BAIXA	ALTA	MÉDIA	MÉDIA
Vazão				m <sup>3</sup> /s				



**Resultados das Análises Físico-químicas e Bacteriológicas**  
- UPRH SF03 -

Variável	Padrão			Unidade	BP090	BP090	BP090	BP090
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Classe					Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
Data					7/2/2001	5/4/2001	9/8/2001	11/10/2001
Hora					13:40	10:00	9:25	9:45
Tempo					Bom	Nublado	Bom	Nublado
Temperatura do Ar				° C	31,0	27,0	23,0	25,0
Temperatura da Água				° C	30,0	25,1	19,0	22,6
pH "in loco"	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,00	6,83	6,72	6,52
pH laboratório	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,24	7,56	7,66	6,73
Condutividade Elétrica				µmho/cm	84,00	80,80	89,20	89,10
Cond. Elétrica Lab.				µmho/cm				92,00
Turbidez	40	100	100	NTU	<b>88,80</b>	<b>53,00</b>	37,20	<b>103,00</b>
Cor	30	75	75	UPt	<b>60,00</b>		<b>60,00</b>	
Sólidos Totais				mg / L	140,00	122,00	113,00	152,00
Sólidos Dissolvidos	500	500	500	mg / L	75,00	99,00	97,00	116,00
Sólidos Suspensão				mg / L	65,00	23,00	16,00	36,00
Alcalinidade Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	36,90		36,10	
Dureza Total				mg / L CaCO <sub>3</sub>	25,40		33,10	
Dureza de Cálcio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	15,90		19,50	
Dureza de Magnésio				mg / L CaCO <sub>3</sub>	9,50		13,60	
Cloretos	250	250	250	mg / L Cl	2,44	1,91	2,54	3,53
Potássio				mg / L K	2,66		2,32	
Sódio				mg / L Na	8,43		10,40	
Sulfatos	250	250	250	mg / L SO <sub>4</sub>	1,20		< 1,00	
Sulfetos	0,002	0,002	0,3	mg / L S	< <b>0,50</b>		< <b>0,50</b>	
Fosfato Total	0,025	0,025	0,025	mg / L P	0,03	<b>0,04</b>	0,01	<b>0,09</b>
Nitrogênio Orgânico				mg / L N	< 0,10		0,30	
Nitrogênio Amoniacal			1	mg / L N	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10
Nitrato	10	10	10	mg / L N	0,37	0,34	0,48	0,23
Nitrito	1	1	1	mg / L N	0,017	0,007	0,004	0,025
Amônia não Ionizável	0,02	0,02		mg / L NH <sub>3</sub>	9,38E-04	4,54E-04	2,28E-04	1,86E-04
OD	> 6	> 5	> 4	mg / L	6,1	5,8	6,8	6,2
% OD Saturação				%	88,3	75,7	78,0	76,7
DBO	3	5	10	mg / L	< 2	2	< 2	< 2
DQO				mg / L	9		10	
Cianetos	0,01	0,01	0,2	mg / L CN	< 0,01		< 0,01	
Índice de Fenóis	0,001	0,001	0,3	mg / L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	<b>0,002</b>		<b>0,002</b>	
Óleos e Graxas	ausentes	ausentes	ausentes	mg / L	< <b>1</b>		<b>1</b>	
Surfactantes Aniônicos	0,5	0,5	0,5	mg / L LAS	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05
Coliformes Totais	1000	5000	20000	NMP / 100 ml	<b>17.000</b>	800	70	800
Coliformes Fecais	200	1000	4000	NMP / 100 ml	<b>700</b>	220	70	<b>300</b>
Estreptococos Totais				NMP / 100 ml	1.300		30	
Alumínio	0,1	0,1	0,1	mg / L Al				
Arsênio	0,05	0,05	0,05	mg / L As	< 0,0003		< 0,0003	
Bário	1	1	1	mg / L Ba	0,074		0,061	
Boro	0,75	0,75	0,75	mg / L B	< 0,07		< 0,07	
Cádmio	0,001	0,001	0,01	mg / L Cd	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	0,03	0,03	0,05	mg / L Pb	0,008	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	0,02	0,02	0,5	mg / L Cu	< 0,004		< 0,004	
Cromo Trivalente	0,5	0,5	0,5	mg / L Cr	< 0,04		< 0,04	
Cromo Hexavalente	0,05	0,05	0,05	mg / L Cr	< 0,01		< 0,01	
Ferro Solúvel	0,3	0,3	5	mg / L Fe	0,22	0,22	0,21	<b>0,61</b>
Manganês	0,1	0,1	0,5	mg / L Mn	<b>0,179</b>		0,050	0,038
Mercúrio	0,2	0,2	2	µg / L Hg	< 0,2		< 0,2	
Níquel	0,025	0,025	0,025	mg / L Ni	< 0,004		0,009	
Selênio	0,01	0,01	0,01	mg / L Se	< 0,0005		< 0,0005	
Zinco Total	0,18	0,18	5	mg / L Zn	0,10		0,08	
Toxicidade crônica								
IQA					<b>62,7</b>	<b>67,5</b>	<b>73,0</b>	<b>55,2</b>
IT					<b>MÉDIA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>BAIXA</b>
Vazão				m <sup>3</sup> /s	2,61	2,72	1,29	3,09

**Legenda:**

**9,5:** Valores em **vermelho** indicam resultados não conformes em 20% do padrão de classe.

**IQA:** **Excelente**  $90 < IQA = 100$

**Bom**  $70 < IQA = 90$

**Médio**  $50 < IQA = 70$

**Ruim**  $25 < IQA = 50$

**Muito Ruim**  $0 < IQA = 25$

**CT:** **Baixa** Concentração =  $1,2 \cdot P$

**Média**  $1,2 \cdot P < \text{Concentração} = 2 \cdot P$

**Alta** Concentração  $> 2 \cdot P$

P = Limite de classe definido na Deliberação Normativa COPAM No 10/86

**Vazão:** Inferida por método de regionalização.